

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-308672

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.Cl.

H03H 9/145

H03H 9/64

(21)Application number : 2001-035620

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 13.02.2001

(72)Inventor : SAWADA YOICHI  
TAKASAKI HIROSHI

(30)Priority

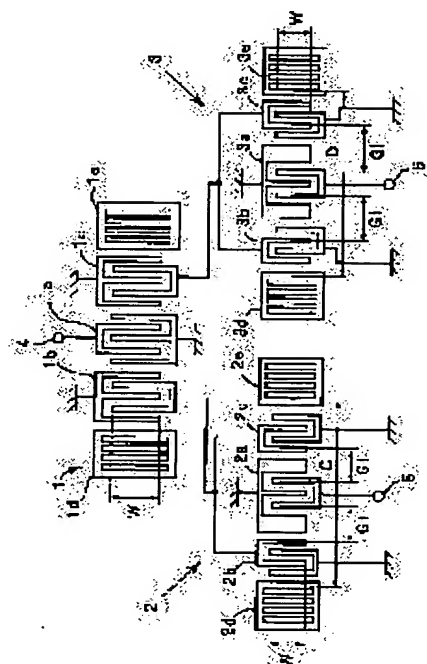
Priority number : 2000035299 Priority date : 14.02.2000 Priority country : JP

## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave filter device which has a wide band, good balancing, and the conversion function of balanced-unbalanced input and output.

SOLUTION: The surface acoustic wave filter device includes the following devices. The first through the third surface acoustic wave filter elements 1-3 are put on the piezoelectric substrate. The transmission amplitude characteristic of both the second and the third surface acoustic wave filter elements 2, 3 is almost the same but the transmitting phase characteristic of those is quite different within the band. At least one IDT2b, 2c of the second surface acoustic wave filter elements and at least one IDT3b, 3c of the third surface acoustic wave filter elements 3 are connected to one IDT1b, 1c at least one of the first surface acoustic wave filter elements 1.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-308672

(P 2001-308672 A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001. 11. 2)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 3 H	9/145	H 0 3 H	9/145
	9/64		9/64
			Z 5J097
			Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 4 O L (全 3 1 頁)

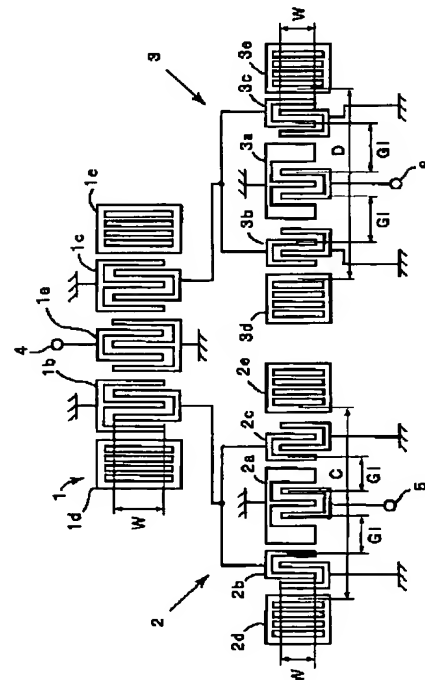
(21) 出願番号	特願2001-35620 (P2001-35620)	(71) 出願人	000006231 株式会社村田製作所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
(22) 出願日	平成13年2月13日 (2001. 2. 13)	(72) 発明者	沢田 曜一 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内
(31) 優先権主張番号	特願2000-35299 (P2000-35299)	(72) 発明者	高崎 洋 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式 会社村田製作所内
(32) 優先日	平成12年2月14日 (2000. 2. 14)	(74) 代理人	100086597 弁理士 宮▼崎▲ 主税
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	F ターム (参考)	5J097 AA01 AA12 AA33 BB14 CC05 DD04 DD12 DD14 GG03 KK04

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ装置

(57) 【要約】

【課題】 広帯域であり、平衡度が良好であり、平衡－不平衡入出力変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を提供する。

【解決手段】 圧電基板上に第1～第3の弾性表面波フィルタ素子1～3が構成されており、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3は、帯域内における伝送振幅特性が略一致しており、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、第2の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDT 2b、2c及び第3の弾性表面波フィルタ素子3の少なくとも1つのIDT 3b、3cが、第1の弾性表面波フィルタ素子1の少なくとも1つのIDT 1b、1cに接続されている、弾性表面波フィルタ装置。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】 圧電基板と、

前記圧電基板上に構成された第 1～第 3 の弾性表面波フィルタ素子とを備え、各弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数の IDT を有し、

前記第 2、第 3 の弾性表面波フィルタ素子は、帯域内における伝送振幅特性が略一致しており、伝送位相特性が略 180° 異なるように構成されており、

前記第 2 の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも 1 つの IDT と、第 3 の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも 1 つの IDT とが、それぞれ第 1 の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも 1 つの IDT に接続されていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ装置。

## 【請求項 2】 圧電基板と、

前記圧電基板に形成された第 1～第 3 の弾性表面波フィルタ素子とを備え、

第 1 の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された第 1 の IDT と、第 1 の IDT の表面波伝搬方向両側に配置された第 2、第 3 の IDT とを有し、

前記第 2、第 3 の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って配置された複数の IDT を有し、\*

式 (1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

であり、

前記第 2 の間隔が、

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

であることを特徴とする、請求項 3 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

式 (3)

$$(n/2 - 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

であり、

前記第 2 の間隔が、

式 (4)

$$(n/2 - 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

であることを特徴とする、請求項 4 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 6】 前記第 1 の間隔が、1.72λ～1.83λ の範囲であり、前記第 2 の間隔が 2.22λ～2.33λ の範囲にある、請求項 5 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 7】 前記圧電基板が、LiTaO<sub>3</sub> 単結晶が X 軸を中心に Y 軸から Z 軸方向に 36～44° の範囲で回転されている LiTaO<sub>3</sub> 基板であり、前記第 1 の間隔と第 2 の間隔のうち少なくとも 1 つの間隔における電極被覆率が 50% 以上とされている、請求項 3～6 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 8】 前記電極被覆率が、63% 以上である、

\*前記第 2、第 3 の弾性表面波フィルタ素子の帯域内における伝送振幅特性が略一致し、伝送位相特性が略 180° 異なるように構成されており、

第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 2 の IDT が第 2 の弾性表面波フィルタ素子に接続されており、第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 3 の IDT が第 3 の弾性表面波フィルタ素子の IDT に接続されていることを特徴とする、弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 3】 前記第 1～第 3 の弾性表面波フィルタ素子が、それぞれ、1 つの IDT と、該 IDT の表面波伝搬方向両側に配置された 2 つの IDT とを有し、第 2 の弾性表面波フィルタ素子における第 1 の弾性表面波フィルタ素子に接続されている IDT と、該 IDT と隣接する IDT との間の第 1 の間隔に比べ、第 3 の弾性表面波フィルタ素子における第 1 の弾性表面波フィルタ素子に接続されている IDT と、該 IDT と隣接する IDT との間の第 2 の間隔が、弾性表面波の波長を λ としたときに、0.48λ～0.525λ 異なることを特徴とする、請求項 2 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 4】 前記第 1 の間隔が、

【数 1】

※【数 2】

※

★【数 3】

☆【数 4】

☆

請求項 7 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 9】 前記第 2 の弾性表面波フィルタ素子において複数の IDT が設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第 1、第 2 の反射器がそれぞれ設けられており、

前記第 3 の弾性表面波フィルタ素子において複数の IDT が設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第 3、第 4 の反射器がそれぞれ設けられており、第 1 の反射器と第 2 の反射器との間隔が、第 3 の反射器と第 4 の反射器との間隔と略等しくされている、請求項 3～8 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 10】 圧電基板と、

前記圧電基板上に構成された第 1～第 3 の弾性表面波フ

フィルタ素子とを備え、

前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子が、第 1 の IDT と、第 1 の IDT の表面波伝搬方向両側に配置された第 2、第 3 の IDT とを有し、

第 2 の弾性表面波フィルタ素子が第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 2 の IDT に接続されており、

第 3 の弾性表面波フィルタ素子が、第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 3 の IDT に接続されており、

第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 2 の IDT と、第 3 の IDT の入力または出力に対する位相差が、通過帯域内において約  $180^\circ$  異なる、弾性表面波フィルタ装置。

\*

式 (1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

であり、前記第 2 の間隔が、

※ ※ 【数 6】

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

である、請求項 11 に記載の弾性表面波フィルタ装置。 ★ 【数 7】

【請求項 13】 前記第 1 の間隔が、

★

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

であり、前記第 2 の間隔が、

☆ ☆ 【数 8】

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

である、請求項 12 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 14】 前記第 1 の間隔が、 $1.72\lambda \sim 1.88\lambda$  の範囲にあり、前記第 2 の間隔が  $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$  の範囲にあることを特徴とする、請求項 13 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 15】 前記圧電基板が、LiTaO<sub>3</sub> 単結晶が X 軸を中心に Y 軸から Z 軸方向に  $36 \sim 44^\circ$  の範囲で回転されている LiTaO<sub>3</sub> 基板であり、前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子における第 1 の間隔と第 2 の間隔のうち少なくとも 1 つの間隔における電極被覆率が 50% 以上とされている、請求項 11～14 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 16】 前記電極被覆率が、63% 以上である、請求項 15 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 17】 前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子が、複数の IDT が設けられている領域の表面波伝搬方向両側に配置された第 1、第 2 の反射器をさらに備え、第 1 の IDT から第 1 の反射器までの距離と、第 1 の IDT から第 2 の反射器までの距離が略等しくされている、請求項 10～16 のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 18】 前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子を構成している IDT の電極指交差幅が、第 2 の弾性表面波フィルタ素子及び第 3 の弾性表面波フィルタ素子を構成している各 IDT の電極指交差幅の  $1.5 \sim 3.5$  倍の範囲にある、請求項 1～17 のいずれかに記載の弾性

\* 【請求項 11】 前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 1、第 2 の IDT の間の第 1 の間隔と、

前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 1 の IDT と第 3 の IDT との間の第 2 の間隔とが、弾性表面波フィルタの波長を  $\lambda$  としたときに、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$  だけ異なり、それによって第 1 の弾性表面波フィルタ素子の入力端との通過帯域内における位相差が約  $180^\circ$  異ならされていることを特徴とする、請求項 10 に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 12】 前記第 1 の間隔が、  
【数 5】

表面波フィルタ装置。

【請求項 19】 圧電基板と、

前記圧電基板上に構成された第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ素子とを備え、

前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子が、表面波伝搬方向に沿って配置された複数の IDT を有し、

前記第 2 の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波伝搬方向に沿って配置された複数の IDT を有し、

第 2 の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送振幅特性が、第 1 の弾性表面波フィルタ素子の伝送振幅特性と略一致しており、伝送位相特性が第 1 の弾性表面波フィルタ素子とは略  $180^\circ$  異なるように構成されており、

第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ素子の一方の端子が電氣的に並列に接続されており、他方の端子が電氣的に直列に接続されており、並列に接続されている端子が不平衡端子、直列に接続されている前記端子が平衡端子を構成している、弾性表面波フィルタ装置。

【請求項 20】 前記第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ素子が、3 個の IDT をそれぞれ有し、第 1 の弾性表面波フィルタ素子における中央に配置された IDT と、両側に配置された IDT との間の第 1 の間隔に比べて、

第 2 の弾性表面波フィルタ素子における中央に配置された IDT と、両側に配置された IDT との間の第 2 の間隔が、弾性表面波の波長を  $\lambda$  としたときに、 $0.48\lambda$

～0.525λ異なることを特徴とする、請求項19に記載の弾性表面波フィルタ装置。

\* 【請求項21】 前記第1の間隔が、  
\* 【数9】

式(1)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

※ ※ 【数10】

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

である、請求項20に記載の弾性表面波フィルタ装置。 ★ 【数11】

【請求項22】 前記第1の間隔が、 ★

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

☆ ☆ 【数12】

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

である、請求項21に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項23】 前記第1の間隔が、1.72λ～1.88λの範囲にあり、前記第2の間隔が2.22λ～2.33λの範囲にあることを特徴とする、請求項22に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項24】 前記圧電基板が、LiTaO<sub>3</sub>単結晶がX軸を中心にY軸からZ軸方向に36～44°の範囲で回転されている36～44°回転YカットLiTaO<sub>3</sub>基板であり、

前記第1の間隔と第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている、請求項20～23に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項25】 前記電極被覆率が、63%以上である、請求項24に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項26】 前記第1の弾性表面波フィルタ素子の複数のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第1、第2の反射器がさらに備えられており、前記第2の弾性表面波フィルタ素子において複数のIDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第3、第4の反射器がそれぞれ設けられており、

式(1)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

\* \* 【数14】

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

であり、第1のIDTが不平衡端子に接続され、第2、第3のIDTが平衡端子に接続されている、弾性表面波フィルタ装置。 ※

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

であり、前記第2の間隔が、

★ ★ 【数16】

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{の整数})$$

である、請求項28に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項30】 前記第1の間隔が、1.72λ～1.83λであり、前記第2の間隔が、2.22λ～2.3

◆第1の反射器と第2の反射器との間隔が、第3の反射器と第4の反射器との間隔と略等しくされている、請求項19～25のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項27】 前記第1の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子と、第2の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子とが、圧電基板上において電極パターンにより接続されていることを特徴とする、請求項19～26のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項28】 圧電基板と、前記圧電基板上に構成されており、第1のIDTと、第1のIDTの両側に配置された第2、第3のIDTとを有する弾性表面波フィルタ素子とを備え、第1のIDTと、第2のIDTとの間の第1の間隔に比べて、第1のIDTと、第3のIDTとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長をλとしたときに、0.48λ～0.525λだけ異なり、第1の間隔が、  
【数13】

※ 【請求項29】 前記第1の間隔が、  
【数15】

【請求項31】 前記第1、第2の間隔の内少なくとも

1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされていることを特徴とする、請求項28～30のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項32】 前記電極被覆率が63%以上とされている、請求項31に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項33】 前記第2、第3のIDTの外側に、それぞれ、第1、第2の反射器が配置されており、第1のIDTから第1の反射器までの距離と、第1のIDTから第2の反射器までの距離が略等しくされている、請求項28～32のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項34】 不平衡端子側に接続された直列共振子をさらに備える、請求項19～33のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項35】 平衡端子側の各端子に直列にそれぞれ接続された弾性表面波共振子をさらに備える、請求項19～34のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項36】 平衡端子側に縦続接続された梯子型弾性表面波フィルタをさらに備える、請求項1～35のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項37】 前記圧電基板上に形成されており外部と電気的に接続される電極パターンをさらに備え、前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子及び前記電極パターンが構成されているチップが搭載されるケース材と、チップ上の電極パターンと前記電極パターンとパッケージとを電気的に接続するための導電部とをさらに備え、前記圧電基板上に形成された電極パターン、パッケージ及び導電部の少なくとも1つが略線対称の構造を有する、請求項1～36のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項38】 前記電極パターン、パッケージ及び導電部のうち少なくとも2つが同一の対称軸に対して略線対称の構造を有する、請求項37に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項39】 前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディングにより搭載されるケース材をさらに備え、前記ケース材に、1つの外部入力端子または外部出力端子と、2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、1つの外部入力端子または外部出力端子に対し、前記2つの外部出力端子または外部入力端子が略線対称に配置されている、請求項1～36のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項40】 前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディングにより搭載されるケース材をさらに備え、前記ケース材に、1つの外部入力端子または外部出力端子と、2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、1つの外部入力端子または外部出力端子に

し、前記2つの外部出力端子または外部入力端子が電気的に略対称に配置されている、請求項1～36のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項41】 前記外部入力端子と前記外部出力端子との間に、少なくとも1つ以上のアース端子が配置されている、請求項39または40に記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項42】 前記2つの外部出力端子の間または外部入力端子の間に配置された少なくとも1つのアース端子をさらに備える、請求項39～41のいずれかに記載の弾性表面波フィルタ装置。

【請求項43】 請求項1～42のいずれかに記載の弾性表面波フィルタを用いたことを特徴とする、共用器。

【請求項44】 請求項1～42に記載の弾性表面波フィルタ装置または請求項43に記載の共用器を用いたことを特徴とする、通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波フィルタ装置に関し、より詳細には、入力側及び出力側の特性インピーダンスが異なっており、かつ不平衡－平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、携帯電話機の小形化及び軽量化が進んでおり、各構成部品の削減や小型化だけでなく、複数の機能を複合した部品の開発が進んできている。

【0003】上記のような状況に鑑み、携帯電話機のRF段に使用される弾性表面波フィルタに、平衡－不平衡変換機能、いわゆるバラン機能を持たせたものが研究されており、GSMなどを中心に使用されるようになってきている。

【0004】携帯電話機のアンテナから帯域フィルタまでの部分は不平衡であり、50Ωの特性インピーダンスを有するのが一般的であり、フィルタの後段に使われる増幅器などにおいては、平衡端子で150～200Ωのインピーダンスを有することが多い。そこで、帯域フィルタとして弾性表面波フィルタを用い、該弾性表面波フィルタに、50Ω不平衡から150～200Ω平衡に変換する機能を併せ持たせたものが提案されている。

【0005】例えば、特開平10-117123号公報には、4個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、不平衡入力－平衡出力が実現されている。この先行技術に記載の弾性表面波フィルタ装置の構成を図28に示す。ここでは、2個の弾性表面波フィルタ素子201、202を2段縦続接続することにより構成された第1の弾性表面波フィルタ部203と、弾性表面波フィルタ素子204と、該弾性表面波フィルタ素子204とが伝送位相特性が略180°異なる弾性表面波フィルタ素子205とを縦続接続してなる第2の弾性表面波フィルタ部206が構成されている。各弾性表面波フィルタ部

203, 206のそれぞれの入出力端子の一方が並列接続され、他方が直列接続されており、並列接続端子が不平衡端子、直列接続端子が平衡端子とされている。

【0006】また、特開平6-204781号公報には、図29に示すように、3個のIDTを有する弾性表面波フィルタ装置211が開示されている。この弾性表面波フィルタ装置211では、両側の2個の出力側IDT212, 213の位相が反転するように配置されており、各IDT212, 213の出力端子が平衡端子を構成している。また、中央の入力側IDT214の一端が不平衡端子とされている。この構成においても、入力側インピーダンスを50Ω、出力側インピーダンスを150~200Ωとすることができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した平衡-不平衡入出力を有する弾性表面波フィルタにおいても、携帯電話システムの帯域の拡大に伴い、広帯域化が要求されている。ところが、平衡-不平衡入出力を有する弾性表面波フィルタにおいては、不平衡端子と平衡端子のそれぞれの端子間の通過帯域内における伝送特性において、振幅が等しくかつ位相が180°反転していること、いわゆる平衡度の向上が要求される。

【0008】しかしながら、特開平10-117123号公報に開示されている弾性表面波フィルタ装置では、広帯域化につれて、弾性表面波フィルタ素子の有するインピーダンスが容量性となる性質を持つ。従って、該容量性の性質に加えて、2段連続接続されている段間の寄生容量が加わり、弾性表面波フィルタ部間のインピーダンス不整合が生じがちであり、広帯域化が困難であった。

【0009】さらに、4個の弾性表面波フィルタ素子が用いられているので、配線が複雑であり、該複雑な配線によっても寄生容量が増加し、平衡度が劣化するという問題があった。さらに、素子サイズが大型化し、デバイス自体の小型化が困難であり、かつ1枚のウエハから取得し得る弾性表面波フィルタ装置の数が少なくなるため、コストが高つくという問題があった。

【0010】他方、特開平6-204781号公報に記載の弾性表面波フィルタ装置では、平衡端子を構成するための2つのIDTの212, 213の構造を異なせたり、IDT116, 117の中央のIDT214に対する位置関係が異ならされているので、平衡度が劣化しちであった。また、平衡端子側のIDT212, 213が電氣的に直列に接続されているので、電極指が有する抵抗値による損失分が増加し、通過帯域内の挿入損失が大きくなるという問題もあった。

【0011】本発明の目的は、上述した従来技術の欠点\*

式(1)

$$、(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{の整数})$$

【0017】であり、前記第2の間隔が、

\*を解消し、広帯域であり、平衡度が良好であり、平衡-不平衡入出力を有する弾性表面波フィルタ装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本願の第1の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に構成された第1~第3の弾性表面波フィルタ素子とを備え、各弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された複数のIDTを有し、前記第2, 第3の弾性表面波フィルタ素子は、帯域内における伝送振幅特性が略一致しており、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、前記第2の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTと、第3の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTとが、第1の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも1つのIDTに接続されていることを特徴とする。

【0013】本願の第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に形成された第1~第3の弾性表面波フィルタ素子とを備え、第1の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って形成された第1のIDTと、第1のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第2, 第3のIDTとを有し、前記第2, 第3の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波の伝搬方向に沿って配置された複数のIDTを有し、前記第2, 第3の弾性表面波フィルタ素子の帯域内における伝送振幅特性が略一致し、伝送位相特性が略180°異なるように構成されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTが第2の弾性表面波フィルタ素子に接続されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第3のIDTが第3の弾性表面波フィルタ素子のIDTに接続されていることを特徴とする。

【0014】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、前記第1~第3の弾性表面波フィルタ素子が、それぞれ、1つの入力側IDTと、入力側IDTの表面波伝搬方向両側に配置された2つの出力側IDTとを有し、第2の弾性表面波フィルタ素子における第1の弾性表面波フィルタ素子に接続されているIDTと、出力端子とに接続されたIDTとの間の第1の間隔に比べ、第3の弾性表面波フィルタ素子における第1の弾性表面波フィルタ素子に接続されているIDTと出力端子に接続されているIDTとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長を $\lambda$ としたときに、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ 異なるように構成されている。

【0015】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のより特定の局面では、前記第1の間隔が、

【0016】

【数17】

【0018】

【数 18】

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

【0019】である。より好ましくは、前記第1の間隔 \* 【0020】

が、

\* 【数 19】

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

【0021】であり、前記第2の間隔が、 ※ 【数 20】

【0022】 ※

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

【0023】である。さらに好ましくは、前記第1の間隔が、 $1.72\lambda \sim 1.83\lambda$ の範囲であり、前記第2の間隔が $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$ の範囲にある。

【0024】第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記圧電基板が、LiTaO<sub>3</sub>単結晶がX軸を中心にY軸からZ軸方向に $36 \sim 44^\circ$ の範囲で回転されているLiTaO<sub>3</sub>基板であり、前記第1の弾性表面波フィルタ素子における第1の間隔と第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている。

【0025】より好ましくは、上記電極被覆率が63%以上とされる。第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第2の弾性表面波フィルタ素子の複数のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第1、第2の反射器がさらに備えられており、前記第3の弾性表面波フィルタ素子において複数のIDTが設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第3、第4の反射器がそれぞれ設けられており、第1の反射器と第2の反射器との間隔が、第3の反射器と第4の反射器との間隔と略等しくされている。

【0026】本願の第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に構成された第★

式 (1)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

【0030】であり、前記第2の間隔が、

☆ 【数 22】

【0031】

☆

式 (2)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

【0032】であり、さらに好ましくは、前記第1の間隔が、 40 ◆ 【0033】

◆ 【数 23】

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

【0034】であり、前記第2の間隔が、

\* 【数 24】

【0035】

\*

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

【0036】であり、より好ましくは、前記第1の間隔が、 $1.72\lambda \sim 1.88\lambda$ の範囲にあり、前記第2の間隔が $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$ の範囲にある。第3の発

★1～第3の弾性表面波フィルタ素子とを備え、前記第1の弾性表面波フィルタ素子が、第1のIDTと、第1のIDTの表面波伝搬方向両側に配置された第2、第3のIDTとを有し、第2の弾性表面波フィルタ素子が第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTに接続されており、第3の弾性表面波フィルタ素子が、第1の弾性表面波フィルタ素子の第3のIDTに接続されており、第1の弾性表面波フィルタ素子の第2のIDTと、第3のIDTの入力または出力に対する位相差が、通過帯域内において約 $180^\circ$ 異なることを特徴とする。

【0027】第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、前記第1の弾性表面波フィルタ素子の第1、第2のIDTの間の第1の間隔と、前記第1の弾性表面波フィルタ素子の第1のIDTと第3のIDTとの間の第2の間隔とが、弾性表面波フィルタの波長を $\lambda$ としたときに、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ だけ異なり、それによって第1の弾性表面波フィルタ素子の入力端との通過帯域内における位相差が約 $180^\circ$ 異ならされている。

【0028】好ましくは、前記第1の間隔が、

【0029】

【数 21】

明の弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記圧電基板が、LiTaO<sub>3</sub>単結晶がX軸を中心にY軸からZ軸方向に $36 \sim 44^\circ$ の範囲で回転されて



いる LiTaO<sub>3</sub> 基板であり、前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子における第 1 の間隔と第 2 の間隔のうち少なくとも 1 つの間隔における電極被覆率が 50%以上とされている。

【0037】好ましくは、電極被覆率が 63%以上とされる。第 3 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子が、複数の IDT が設けられている領域の表面波伝搬方向両側に配置された第 1、第 2 の反射器をさらに備え、第 1 の IDT の中心から第 1 の反射器までの距離と、第 1 の IDT の中心から第 2 の反射器までの距離が略等しくされている。

【0038】第 1～第 3 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子を構成している IDT の電極指交差幅が、第 2 の弾性表面波フィルタ素子及び第 3 の弾性表面波フィルタ素子を構成している各 IDT の電極指交差幅の 1.5～3.5 倍の範囲にある。

【0039】本願の第 4 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に構成された第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ素子とを備え、前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子が、表面波伝搬方向に沿って配置された複数の IDT を有し、前記第 2 の弾性表面波フィルタ素子が、弾性表面波伝搬方向に沿って配置され\*

式 (1)

$$(n/2 - 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

【0043】であり、前記第 2 の間隔が、

※【数 26】

【0044】

※

式 (2)

$$(n/2 - 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 4 \text{ の整数})$$

【0045】であり、より好ましくは、前記第 1 の間隔が、

★【0046】 -

★【数 27】

式 (3)

$$(n/2 + 1.22) \times \lambda \sim (n/2 + 1.33) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

【0047】であり、前記第 2 の間隔が、

☆【数 28】

【0048】

☆

式 (4)

$$(n/2 + 1.72) \times \lambda \sim (n/2 + 1.83) \times \lambda \quad (n = 0 \sim 2 \text{ の整数})$$

【0049】であり、さらに好ましくは、前記第 1 の間隔が、1.72λ～1.88λの範囲にあり、前記第 2 の間隔が 2.22λ～2.33λの範囲にある。第 4 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記圧電基板が、LiTaO<sub>3</sub> 単結晶が X 軸を中心に Y 軸から Z 軸方向に 36～44° の範囲で回転されている 36～44° 回転 Y カット LiTaO<sub>3</sub> 基板であり、前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子における第 1 の間隔と第 2 の間隔のうち少なくとも 1 つの間隔における電極被覆率が 50%以上とされている。この電極被覆率は、より好ましくは 63%以上とされる。

【0050】第 4 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置

\*た複数の IDT を有し、第 2 の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送振幅特性が、第 1 の弾性表面波フィルタ素子の伝送振幅特性と略一致しており、伝送位相特性が第 1 の弾性表面波フィルタ素子とは略 180°異なるように構成されており、第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ素子の一方の端子が電氣的に並列に接続されており、他方の端子が電氣的に直列に接続されており、並列に接続されている端子が不平衡端子、直列に接続されている前記端子が平衡端子を構成していることを特徴とする。

【0040】第 4 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、前記第 1、第 2 の弾性表面波フィルタ素子が、3 個の IDT をそれぞれ有し、第 1 の弾性表面波フィルタ素子における中央に配置された IDT と、両側に配置された IDT との間の第 1 の間隔に比べて、第 2 の弾性表面波フィルタ素子における不平衡端子に接続される IDT と平衡端子に接続される IDT との間の第 2 の間隔が、弾性表面波の波長を λ としたときに、0.48～0.525λ 異なるように構成されている。

【0041】第 4 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、好ましくは、前記第 1 の間隔が、

【0042】

【数 25】

の他の特定の局面では、前記第 2 の弾性表面波フィルタ素子の複数の IDT の表面波伝搬方向両側に配置された第 1、第 2 の反射器がさらに備えられており、前記第 3 の弾性表面波フィルタ素子において複数の IDT が設けられている領域の表面波伝搬方向両側に第 3、第 4 の反射器がそれぞれ設けられており、第 1 の反射器と第 2 の反射器との間隔が、第 3 の反射器と第 4 の反射器との間隔と略等しくされている。

【0051】第 4 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記第 1 の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子と、第 2 の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子とが、

圧電基板上において電極パターンにより接続されている。

【0052】本願の第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、圧電基板と、前記圧電基板上に構成されており、第1のIDTと、第1のIDTの両側に配置された第2、第3のIDTとを有する弾性表面波フィルタ素子\*

式(1)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{ の整数})$$

【0054】であり、前記第2の間隔が、

【0055】

式(2)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 4 \text{ の整数})$$

【0056】であり、第1の弾性表面波フィルタ素子のIDTが不平衡端子を構成し、第2の弾性表面波フィルタ素子の第2、第3のIDTが平衡端子とされていることを特徴とする。

式(3)

$$(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{ の整数})$$

【0059】であり、前記第2の間隔が、

【0060】

式(4)

$$(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda \quad (n=0 \sim 2 \text{ の整数})$$

【0061】とされる。より好ましくは、第1の間隔が、1.72λ～1.83λであり、前記第2の間隔が、2.22λ～2.33λである。

【0062】第5の発明の他の特定の局面では、第1、第2の間隔の少なくとも1つの間隔における電極被覆率が50%以上とされている。好ましくは、上記電極被覆率は63%以上とされる。

【0063】第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記第2、第3のIDTの外側に、それぞれ、第1、第2の反射器が配置されており、第1のIDTから第1の反射器までの距離と、第1のIDTから第2の反射器までの距離が略等しくされている。

【0064】第4～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、不平衡端子側に接続された直列共振器がさらに備えられる。第4の～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、平衡端子側の各端子に直列にそれぞれ接続された弾性表面波共振器がさらに備えられる。

【0065】第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の特定の局面では、平衡端子側に縦続接続された梯子型弾性表面波フィルタがさらに備えられる。第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、適宜のパッケージ構造を有する弾性表面波フィルタ装置として構成することができ、例えば、前記圧電基板上に弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップを収納するためのケース材と、チップ上の電極パターンとパッケージとを電極的に接続するための導電部とをさらに備え、前記

\*とを備え、第1のIDTと、第2のIDTとの間の第1の間隔に比べて、第1のIDTと、第3のIDTとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長をλとしたときに、0.48λ～0.525λ異なり、第1の間隔が、

【0053】

【数29】

※【数30】

※10

★【0057】第5の発明では、好ましくは、第1の間隔が、

【0058】

★【数31】

☆【数32】

☆20

圧電基板上に形成された電極パターン、パッケージ及び導電部の少なくとも1つが略線対称の構造を有するように構成される。

【0066】この場合、好ましくは、前記電極パターン、パッケージ及び導電部のうち少なくとも2つが同一の対称軸に対して略線対称の構造を有するように構成される。第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の特定の局面では、前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディング法により搭載されるケース材がさらに備えられ、該ケース材には不平衡信号端子として用いられる1つの外部入力端子または外部出力端子と、平衡信号端子として用いられる2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、この2つの外部出力端子または外部入力端子が、1つの外部入力端子または外部出力端子に対して略線対称に配置される。

【0067】第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、前記圧電基板上に前記弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディングにより搭載されるケース材がさらに備えられ、該ケース材には、不平衡信号端子として用いられる1つの外部入力端子または外部出力端子と、平衡信号端子として用いられる2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、この2つの外部出力端子または外部入力端子が、1つの外部入力端子または外部出力端子に対し、電氣的に略対称に構成されている。なお、電氣的に対称とは、物理的に多少非対称であつても、配線などにより電気長がほぼ対称とされて

いる構造をいうものとする。

【0068】第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の特定の局面では、上記外部入力端子と外部出力端子との間に、少なくとも1つのアース端子が配置される。

【0069】第1～第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の別の特定の局面では、上記平衡信号端子として用いられる2つの外部出力端子間または外部入力端子間に、少なくとも1つのアース端子が配置される。

【0070】また、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置を用いて、アンテナ共用器のような共用器を構成することができ、さらに本発明に係る共用器を用いて様々な通信装置を構成することができる。

#### 【0071】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置の具体的な実施例を説明することにより、本発明を明らかにする。

【0072】図1を参照して、本発明の第1の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明する。第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置は、本願の第1、第2の発明に係る弾性表面波フィルタ装置の実施例に相当する。

【0073】図1は、第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す平面図である。本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、圧電基板上に3個の弾性表面波フィルタ素子1～3が形成されている。なお、圧電基板としては、 $\text{LiTaO}_3$ や水晶などの適宜の圧電基板を用いることができるが、本実施例では $36^\circ\text{-Y-XLiTaO}_3$ 基板が用いられている。

【0074】第1の弾性表面波フィルタ素子1は、表面波伝搬方向に沿って配置された3個のIDT1a～1cを有する。IDT1a～1cの設けられている領域の表面波伝搬方向両側には、グレーティング型反射器1d、1eが配置されている。

【0075】同様に、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3も、3個のIDT2a～2c、3a～3cが表面波伝搬方向に沿って配置された構造を有する。また、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3においても、IDT2a～2c、3a～3cが設けられている領域の表面波伝搬方向外側にグレーティング型反射器2d、2e、3d、3eが配置されている各IDT1a～1c、2a～2c、3a～3cは、それぞれ一対のくし歯電極を有する。

【0076】第1の弾性表面波フィルタ素子1の中央のIDT1aの一方のくし歯電極が入力端子4に接続される。また、中央の第1のIDT1aの外側に配置された第2、第3のIDT1bの一方のくし歯電極が、第2の弾性表面波フィルタ素子の外側に配置された第2、第3のIDT2b、2cの一方のくし歯電極に電気的に接続されている。同様に、第1の弾性表面波フィルタ素子の外側IDT1cの一方のくし歯電極に、第3の弾性表面

波フィルタ素子3の外側IDT3b、3cの一方のくし歯電極が電気的に接続されている。第2、第3の弾性表面波フィルタ素子の中央のIDT2a、3aの一方のくし歯電極が出力端子5、6にそれぞれ電気的に接続されている。IDT1a～1c、2a～2c、3a～3cのくし歯電極のうち、上述したくし歯電極以外のくし歯電極は、接地電位に接続されている。

【0077】入力端子4は不平衡端子であり、出力端子5、6は平衡端子である。なお、第3の弾性表面波フィルタ素子103の伝送位相特性は、第2の弾性表面波フィルタ素子102の伝送位相特性と略 $180^\circ$ 異なっている。

【0078】次に、第1～第3の弾性表面波フィルタ素子1～3の具体的な構造例を説明する。本実施例では、第1の弾性表面波フィルタ素子1では、IDT1a～1cにおける電極指交差幅Wが $52\lambda$ とされている。なお、 $\lambda$ は弾性表面波の波長を示す。中央に配置された第1のIDT1aの電極指の対数は16、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT1b、1cにおける電極指の対数はいずれも11である。IDT1a～1cにおける表面波の波長 $\lambda$ は $4.2\mu\text{m}$ である。また、反射器1d、1eにおける電極指の本数は120本であり、波長 $\lambda_R$ は $4.3\mu\text{m}$ である。また、隣り合うIDT1a～1c間の間隔GIは $1.77\lambda_R$ である。なお、隣り合うIDT間の間隔とは、例えばIDT1a、1b間を例にとると、IDT1a、1bの最も近接し合っているホット側の電極指間のピッチをいうものとする。

【0079】第2の弾性表面波フィルタ素子2では、IDT2a～2cにおける電極指交差幅Wが $31\lambda$ とされている。中央に配置された第1のIDT2aの電極指の対数は16、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT2b、2cにおける電極指の対数はいずれも11である。IDT2a～2cにおける表面波の波長 $\lambda$ は $4.2\mu\text{m}$ である。また、反射器2d、2eにおける電極指の本数は120本であり、波長 $\lambda$ は $4.3\mu\text{m}$ である。また、隣り合うIDT2a～2c間の間隔GIは $1.77\lambda_R$ である。

【0080】第3の弾性表面波フィルタ素子103では、隣り合うIDT間の間隔GIが $2.27\lambda_R$ とされていることを除いては、第2の弾性表面波フィルタ素子2と同様に構成されている。

【0081】第2の弾性表面波フィルタ素子2と第3の弾性表面波フィルタ素子3とは、伝送位相特性が約 $180^\circ$ 異なるように、隣り合うIDT間の間隔GIが異ならされている。なお、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3の伝送位相特性を $180^\circ$ 異ならせる構成は、上記IDT間の間隔を異ならせる構造に限定されるものではない。

【0082】なお、本実施例及び以下の実施例においては、弾性表面波フィルタ素子の電極指及び反射器の電極

指の数は非常に多いため、図面においては略図的に示されている。

【0083】本実施例の弾性表面波フィルタ装置の入力端子4を不平衡入力端子とし、出力端子5、6を平衡出力端子として用いる場合の動作について説明する。入力端子4に電気信号が入力された場合、第1の弾性表面波フィルタ素子1によりフィルタリングされた電気信号が、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3に与えられる。このとき、弾性表面波フィルタ素子1のIDT 1b、1cが同一の構造とされており、かつIDT 1aからIDT 1b、1cまでの距離を等しくしておけば、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子2、3に与えられる電気信号は同じとなる。

【0084】弾性表面波フィルタ素子2と弾性表面波フィルタ素子3とに入力された電気信号は、再びフィルタリングされ、平衡出力端子5、6に導出される。ここで、弾性表面波フィルタ素子2と、弾性表面波フィルタ素子3とでは、隣り合うIDT間の間隔GIのみが上記のように異ならされている。従って、フィルタリングされた振幅特性は同じであり、伝送位相特性は約180°異なることになる。よって、出力端子5、6に導出される電気信号は、振幅特性が同じであり、伝送位相特性が約180°異なる完全な平衡信号となる。

【0085】さらに、弾性表面波フィルタ素子1では、入力端子4に接続される不平衡回路、例えばアンテナ回路の特性インピーダンスである50Ωに整合するように、交差幅などのパラメータが設定されている。弾性表面波フィルタ素子2、3では、出力端子5、6に接続される増幅回路のような平衡回路の特性インピーダンス150Ωの1/2に整合するように、その交差幅などのパラメータが設定されている。これは、平衡回路のそれぞれの端子5、6を独立した不平衡端子とみなした場合に、特性インピーダンスは、平衡回路の特性インピーダンスの1/2と等しくなるためである。

【0086】前述した特開平10-117123号公報に開示されている平衡不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置では、入力側（不平衡側）に2個の弾性表面波フィルタ素子が必要であった。

【0087】これに対して、本実施例では、上記のように入力側（不平衡側）を1つの弾性表面波フィルタ素子で構成することができる。従って、上記先行技術と比較した場合、本実施例によれば、隣り合うIDTのバスバー間で形成される寄生容量、入力側の弾性表面波フィルタ素子と出力側の弾性表面波フィルタ素子とを接続する配線、パッケージの端子と弾性表面波フィルタ装置とを接続するチップ状の引き出し電極、あるいはボンディング用パッドなどが持つ寄生容量を大幅に低減することが可能となる。このような寄生容量は、弾性表面波フィルタ装置の広帯域化を実現しようとする場合、大きな阻害要因となっていた。

【0088】本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、上記のようにこれらの寄生容量を低減することができ、通過帯域内の平坦性やVSWRを劣化させることなく、広帯域のフィルタ特性を実現することができる。

【0089】図2に、本実施例のフィルタ特性を実線で示す。また、比較のために、実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様の帯域を有するように構成された特開平10-117123号公報の記載に基づいて作製された弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を破線で示す。

【0090】図2から明らかなように、本実施例の弾性表面波フィルタ装置を用いることにより、広帯域のフィルタ特性が得られることがわかる。図3及び図4は、同様に、本実施例の弾性表面波フィルタ装置と、上記先行技術の記載に基づいて用意された弾性表面波フィルタ装置の不平衡端子側及び平衡端子側における各VSWR特性を示す。実線は実施例の弾性表面波フィルタ装置の特性を、破線は従来例の特性を示す。図3及び図4から明らかなように、本実施例によれば、VSWRの悪化を抑制し得ることがわかる。

【0091】また、本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、3個の弾性表面波フィルタ素子を用いるだけでよいので、チップサイズを小さくすることができる。さらに、弾性表面波フィルタ装置全体の小型化や、弾性表面波フィルタ装置を作製するにあたり用意される1枚のウエハあたりの弾性表面波フィルタ装置取得個数を増大させることができ、それによってコストダウンを図ることができる。

【0092】図5及び図6は、第2の弾性表面波フィルタ素子の隣り合うIDT間の間隔GI、GIが1.77λとされており、第3の弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔GI、GIを変化させた場合の弾性表面波フィルタ素子2、3のIDT間の間隔の差と、平衡度の関係を示す図である。ここで、IDT間の間隔とは、隣り合うIDTのうち、一方のIDTの接地されずに信号線に接続された電極指のうち、隣のIDTに最も近い電極指の中心から、他方のIDTにおける接地されずに信号線に接続された電極指のうち、隣のIDTに最も近い電極指の中心までの距離をいうものとする。なお、図5、図6の横軸の間隔の差はλにより規格化された値である。

【0093】また、振幅の平衡度及び位相の平衡度とは、本実施例の弾性表面波フィルタ装置を3ポートのデバイスと考え、不平衡入力端子をポート1、平衡出力端子5、6をそれぞれポート2、ポート3とした場合の、振幅の平衡|A|は、 $A = |S_{21}| - |S_{31}|$ であり、位相の平衡|B-180|は、 $B = |\angle S_{21} - \angle S_{31}|$ である。

【0094】理想的には、振幅の平衡度は0dB、位相の平衡度は0°であるが、現実には使用可能な範囲としては、振幅の平衡度が1.5dB以下、位相の平衡度が2

0°以下とされている。

【0095】図5によれば、振幅の平衡度がこのような値を満足するのは、弾性表面波フィルタ素子2、3のIDT間の間隔の差が0.525λ以下の範囲であり、図6によれば、位相の平衡度が上記値を満足するには、弾性表面波フィルタ素子2、3のIDT間の間隔の差が0.48λ～0.525λの範囲に設定すべきことがわかる。従って、振幅の平衡度及び位相の平衡度のいずれをもが上記範囲を満たすには、弾性表面波フィルタ素子2におけるIDT間の間隔と、弾性表面波フィルタ素子3における隣り合うIDT間の間隔の差が、0.48λ～0.525λの範囲となればよいことがわかる。

【0096】3個のIDTを有する縦結合共振子型弾性表面波フィルタ素子の場合、隣り合うIDT間の間隔を、 $(0.72 + n/2) \times \lambda \sim (0.83 + n/2) \times \lambda$ 、ただし $n=0, 1, 2, 6$ の範囲に設定することにより、広帯域のフィルタ特性を実現し得ることは既に公知である。よって、弾性表面波フィルタ素子2と弾性表面波フィルタ素子3の上記隣り合うIDT間の間隔の差を上記値に設定する組み合わせとしては、種々の範囲が考えられる。

【0097】しかしながら、上記式における $n$ の値を大きくすると、以下のような問題が生じる。すなわち、図7は、本実施例の弾性表面波フィルタ装置の弾性表面波フィルタ素子2において、隣り合うIDT間の間隔を、 $(n/2 + 0.77) \times \lambda$ 、ただし $n$ は0、1、2、6とした場合の隣り合うIDT間の間隔と、弾性表面波フィルタ装置の帯域幅との関係を示す。図7から明らかにように、携帯電話機用弾性表面波フィルタ装置として最低限必要な35MHzの帯域幅を確保するには、 $n$ は6以下としなければならないことがわかる。

【0098】他方、 $n$ を小さくすることにより生じる問題もある。図9は、本実施例の弾性表面波フィルタ装置における第2の弾性表面波フィルタ素子2における隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を、 $(0.77 + m/2) \times \lambda$ 、ただし $m$ は0及び自然数とし、弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を $(1.27 + m/2) \times \lambda$ としたときの第2の弾性表面波フィルタ素子2における隣り合うIDT間の間隔 $GI$ と、振幅平衡度との関係を示す。

【0099】また、図10は、本実施例の弾性表面波フィルタ装置における第2の弾性表面波フィルタ素子2の隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を、 $(0.77 + m/2) \times \lambda$ とし、第3の弾性表面波フィルタ素子3における隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を、 $(1.27 + m/2) \times \lambda$ としたときのIDT間の間隔 $GI$ と位相平衡度との関係を示す。

【0100】図9及び図10から、振幅平衡度が1.5dB以下を満足し、位相平衡度が20°以下を満足するには、IDT間の間隔が1.77λ以上、すなわち $m$ の

値を1以上に設定する必要があることがわかる。隣り合うIDT間の間隔が小さくなると、平衡度が悪化する現象は、以下のように考えることができる。

【0101】縦結合共振子型弾性表面波フィルタの場合には、隣接するIDT同士が音響結合するだけでなく、電磁界的にも結合することがある。音響結合による伝送特性は、隣り合うIDT間の間隔を0.5λだけ変えることにより、弾性表面波フィルタ素子2、3で位相が反転されるのに対し、電磁界的な結合による伝送特性は隣り合うIDT間の間隔に依存せず、従って同位相同振幅となる。この同位相同振幅の伝送成分は、平衡度を悪化させる要因であり、従って、IDT間の間隔を小さくし電磁界的結合が大きくなる構造では、平衡度が悪化する。

【0102】以上の結果から、弾性表面波フィルタ素子2の隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を、 $(0.77 + n/2) \times \lambda$ 、 $n=1, 2, 3, 4, 5$ とし、弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を $(1.27 + n/2) \times \lambda$ 、ただし $n$ は、1～5の範囲の自然数とすることにより、平衡度と帯域幅とがともに実用上問題ないレベルとなるフィルタ特性を得ることができる。

【0103】また、温度変化による周波数変動を考慮する場合には、39MHzの帯域幅が必要となる。この場合には、弾性表面波フィルタ素子2の隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を、 $(0.77 + n/2) \times \lambda$ 、ただし $n$ は1～3の自然数とし、弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を $(1.27 + n/2) \times \lambda$ 、ただし $n$ は1～3の自然数とすればよい。

【0104】さらに、平衡度が悪化することもなく、最も広い帯域幅を得るには、弾性表面波フィルタ素子2の隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を、 $(0.77 + n/2) \times \lambda$ 、ただし $n=2$ とし、弾性表面波フィルタ素子3の隣り合うIDT間の間隔 $GI$ を $(1.27 + n/2) \times \lambda$ 、ただし $n=2$ とすればよいことがわかる。

【0105】LiTaO<sub>3</sub>単結晶をX軸から中心にY軸からZ軸方向に36°～44°の範囲で回転させてなる圧電基板上においては、2種類の弾性表面波が励振され、伝搬される。1つの弾性表面波はリーキー波すなわち疑似弾性表面波であり、もう1つはSSBWと呼ばれるバルク波である。このうち、共振子やフィルタを形成するために利用されるのはリーキー波が主であり、SSBWが主に伝搬されると、伝搬損失が大きくなり、共振子のQの劣化やフィルタとしての挿入損失の増大が生じる。上記2種類の弾性表面波は混在して励振され、伝搬される。もっとも、表面の状態がより電氣的短絡に近いすなわち電極被覆率が大きい場合には、リーキー波が主に伝搬され、表面の状態がより電氣的開放に近い場合、すなわち電極被覆率が小さい場合には、SSBWが主として伝搬される。

【0106】従って、第2の弾性表面波フィルタ素子に

おける中央の IDT と、外側の第 2、第 3 の IDT との間の第 1 の間隔及び第 3 の弾性表面波フィルタ素子における中央の第 1 の IDT と外側の第 2、第 3 の IDT との間の第 2 の間隔に、少なくとも一本の電極指を挿入し、電極被覆率を高めれば、リーキー波を主に伝搬させることができ、SSBW の励振及び伝搬を抑制でき、挿入損失を低減することができる。

【0107】図 8 は、上記第 1 の間隔における電極被覆率と、帯域内挿入損失との関係を示す。実用的な帯域内挿入損失である 3.0 dB 以下を実現するには、電極被覆率が 0.5 以上、すなわち 50% 以上必要であることがわかる。また、より一層損失を低減することが求められる用途において、挿入損失を 2.5 dB 以下とするには、電極被覆率が 0.63 以上、すなわち 63% 以上とされればよいことがわかる。第 2 の間隔についても同様のことが言える。

【0108】第 2 の弾性表面波フィルタ素子 2 に入力された信号は、IDT 2b、2c により弾性表面波を励振する。この弾性表面波は、所定の伝搬方向に伝搬し、反射器 2d、2e に反射され、反射された弾性表面波は励振される弾性表面波との緩衝から反射器 2d、2e 間で定在波が生じる。この定在波により、非常に Q が高い共振となり、また励振された定在波が IDT 2a に受信されることにより、IDT 2a において電気的な信号に変換されてフィルタとしての機能が果たされる。第 3 の弾性表面波フィルタ素子 3 においても同様の動作が行われる。ただし励振される定在波と、出力側 IDT 3a の位置関係により出力信号が決定されるが、弾性表面波の波長  $\lambda$  の 0.5 倍だけ IDT 3b の位置をずらすことにより、位相関係が第 2 の弾性表面波フィルタ素子の場合に比べて反転されている。

【0109】ここで、弾性表面波フィルタ素子 2 の 2 つの反射器 2d、2e 間の間隔 C と、弾性表面波フィルタ素子 3 における 2 つの反射器 3d、3e 間の間隔 D とが異なれば、それぞれの素子における定在波の強度分布も異なることになる。従って、共振特性も変化し、フィルタとしての特性も変化する。よって、弾性表面波フィルタ素子 2 の 2 つの反射器 2d、2e 間の間隔 C と、弾性表面波フィルタ素子 3 の 2 つの反射器 3d、3e 間の間隔 D を略等しい値にすることにより、弾性表面波フィルタ素子 2、3 のフィルタ特性の違いが生じずに、平衡度の劣化を抑制することができる。

【0110】また、本実施例では、反射器 1d、1e、2d、2e、3d、3e としてグレーティング型反射器が用いられているが、これに限定されるものではなく、例えば圧電基板端面における反射を利用したものであってもよい。

【0111】本実施例では、入力端子（不平衡端子）4 の特性インピーダンスが  $50\Omega$  であり、出力端子 5、6（平衡端子）の特性インピーダンスは  $150\Omega$  とされて

いる。このような入出力インピーダンスに整合させるために、本実施例では、弾性表面波フィルタ素子 1 は、入力側に接続される不平衡回路の特性インピーダンスである  $50\Omega$  に整合するように、上記のように交差幅が  $51\lambda$  に設定されている。また、弾性表面波フィルタ素子 2、3 は、出力側に接続される平衡回路の特性インピーダンスである  $150\Omega$  の  $1/2$  に整合するように、電極指交差幅は  $31\lambda$  にそれぞれ設定されている。これは、平衡回路のそれぞれの端子 5、6 を独立した不平衡端子として見た場合、特性インピーダンスは、平衡回路の特性インピーダンスの  $1/2$  と等しくなるためである。

【0112】このように、弾性表面波フィルタ素子 1 により入力側に接続される不平衡回路とのインピーダンス整合を図り、弾性表面波フィルタ素子 2、3 により出力側に接続される平衡回路とのインピーダンス整合を図ることにより、入出力インピーダンスの比率を自由に設定することができる。

【0113】図 11 は、不平衡端子 4 に接続された弾性表面波フィルタ素子 1 の交差幅と、平衡端子に接続された弾性表面波フィルタ素子 2、3 の電極指交差幅との比率と、帯域幅との関係を示す。図 11 から、交差幅比が 2.0 のときに最も広い帯域幅の得られることがわかる。また、上記交差幅比が 3.5 を超えると、帯域幅の減少が 5% を超え、良品率が低下する。

【0114】図 12 は、不平衡端子 4 に接続された弾性表面波フィルタ素子 1 の電極指交差幅と、平衡端子 5、6 に接続された弾性表面波フィルタ素子 2、3 における電極指交差幅との比と、通過帯域内における VSWR の値の関係を示す。上記交差幅比が 2.5 のときに VSWR が最もよい値となり、1.5 以下の場合には VSWR が著しく悪化し、実用上問題となる。従って、上記電極指交差幅比は 1.5 ～ 3.5 の範囲に設定することが望ましい。

【0115】（第 2 の実施例）図 13 は、本発明の第 2 の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す平面図である。本実施例では、図示しない圧電基板上に、3 個の弾性表面波フィルタ素子 11 ～ 13 が形成されている。なお、圧電基板としては、LiTaO<sub>3</sub> や水晶などの適宜の圧電基板を用いることができるが、本実施例では、 $36^\circ$  Y-X LiTaO<sub>3</sub> が用いられている。第 1 ～ 第 3 の弾性表面波フィルタ素子 1 ～ 13 の基本的な構造及び接続構造については、第 1 の実施例と同様であるため、同様の部分については、相当の参照番号を付することにより、第 1 の実施例の説明を援用することにより、説明を省略する。

【0116】第 2 の実施例の弾性表面波フィルタ装置が第 1 の実施例の弾性表面波フィルタ装置と異なるところは、第 1 ～ 第 3 の弾性表面波フィルタ素子 11 ～ 13 における電極構造にある。

【0117】なお、後述の動作の説明から明らかなように、本実施例では、第1の弾性表面波フィルタ素子11の外側IDT、すなわち第2、第3のIDT11b、11cから出力される電気信号は、伝送位相特性が略180°異なっており、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子12、13に、振幅が等しく、位相が略180°異なる電気信号が与えられるように、各弾性表面波フィルタ素子11、12が構成されている。

【0118】本実施例では、第1の弾性表面波フィルタ素子11において、IDT11a~11cにおける電極指交差幅Wは52λとされている。なお、λは弾性表面波の波長を示す。

【0119】第1の弾性表面波フィルタ素子11において、中央に配置された第1のIDT11aの電極指の対数は、16、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT11b、11cにおける電極指の対数はいずれも11である。また、IDT11a~11cにおける波長λIは、4.2μmである。また、反射器11d、11eにおける電極指の本数は120本であり、波長λRは4.3μmである。また、第1のIDT11aと、第2のIDT11bとの間の第1の間隔A<sub>1</sub>が1.77λRであり、第1のIDT11aと第3のIDT11cとの間の第2の間隔B<sub>1</sub>が2.27λRとされている。

【0120】第2の弾性表面波フィルタ素子12では、電極指交差幅は31λであり、中央に配置された第1のIDT12aの電極指の対数は、16、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT12b、12cにおける電極指の対数はいずれも11である。また、IDT12a~12cにおける波長λIは、4.2μmである。また、反射器12d、12eにおける電極指の本数は120本であり、波長λRは4.3μmである。また、第1のIDT12aと、第2のIDT12bとの間の間隔A<sub>2</sub>が1.77λRであり、第1のIDT12aと第3のIDT12cとの間の間隔B<sub>2</sub>が1.77λRとされている。

【0121】また、第3の弾性表面波フィルタ素子13は、第2の弾性表面波フィルタ素子12と同様に構成されている。第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置の入力端子4を不平衡入力端子とし、出力端子5、6を平衡出力端子として用いる場合の動作について説明する。

【0122】入力端子4に電気信号が入力された場合、第1の弾性表面波フィルタ素子の第1のIDT11aにより弾性表面波は励振される。この弾性表面波は、電極指の延びる方向と直交する方向に伝搬し、反射器11d、11eにより反射され、反射された弾性表面波は励振される弾性表面波と干渉し、2つの反射器11d、11e間に定在波が生じる。この定在波が生じることにより、非常にQの高い共振となり、励振された定在波が出力側のIDT11b、11cに受波される。従って、電気的な信号に変換され、第1の弾性表面波フィルタ素子

11がフィルタとして動作する。

【0123】この場合、形成される定在波と、出力側のIDT11b、11cとの位置関係により出力信号が決定されるが、弾性表面波の波長λの約0.5倍だけIDT11b、11cのいずれかをずらすことにより位相関係を反転させることができる。第2の実施例では、IDT11bから出力される電気信号と、IDT11cから出力される電気信号とが位相特性が略180°異なるように、第1、第2の間隔A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>が上記のように定められている。従って、第2、第3の弾性表面波フィルタ素子12、13には、振幅が等しく、かつ位相が180°異なる電気信号が与えられる。さらに、出力された信号が第2、第3の弾性表面波フィルタ素子12、13により、フィルタリングされ、フィルタリングされた信号が平衡信号として出力端子5、6に出力される。

【0124】前述した図5及び図6の結果から、第2の実施例においても、IDT11aと、IDT11bとの間の第1の間隔A<sub>1</sub>と、IDT11aと、IDT11cとの間の第2の間隔B<sub>1</sub>との差を0.48λ~0.52λの範囲に設定すればよいことが推測される。

【0125】また、上記IDT-IDT間の間隔を、 $(n/2+1.22) \times \lambda \sim (n/2+1.33) \times \lambda$ 、[ただしnは0~4の整数]と、 $(n/2+1.72) \times \lambda \sim (n/2+1.83) \times \lambda$ 、[ただしnは0~4の整数]との組み合わせとすることにより、平衡度の劣化を防止し、広帯域な特性が得られる。

【0126】さらに、第1の実施例の場合と同様に、第2の弾性表面波フィルタ素子12における中央のIDT12aと、外側の第2、第3のIDT12b、12cとの間の第1の間隔及び第3の弾性表面波フィルタ素子における中央の第1のIDT13aと、外側の第2、第3のIDT13b、13cとの間の第2の間隔に、少なくとも一本の電極指を挿入し、上記間隔の領域における電極被覆率を高めれば、リーキー波を主に伝搬させることができ、挿入損失を低減することができる。本実施例では、従って、上記第1、第2の間隔における電極被覆率が63%とされ、それによって挿入損失の低減が図られる。

【0127】また、本実施例では、第1、第2の間隔が異なっており、それによって振幅平衡度の悪化が防止されている。また、第1の弾性表面波フィルタ素子11における第1のIDT11aから反射器11dまでの距離Pと、第1のIDT11aから反射器11eまでの距離Q<sub>2</sub>とが等しくされており、それによって第1の弾性表面波フィルタ素子において形成される定在波の励振強度分布の非対称性が解消されている。従って、IDT11b、11cが受波し得る弾性表面波の強度が等しくされ、それによって平衡度の悪化が抑制される。なお、距離P、Qは、それぞれ、IDT11aの信号線に接続される電極指のうち、最外側の電極指の中心と、反射器1



1 d, 11 e の最内側の電極指の中心との間の距離をいう。

【0128】(第3の実施例)図14は、第3の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図である。第3の実施例においても、第1～第3の弾性表面波フィルタ素子31～33が圧電基板上に形成されている。各弾性表面波フィルタ素子31～33は、第2の実施例と同様に構成されている。従って、第2の実施例と同様の部分については、第2の実施例の説明を援用することにより、省略する。

【0129】もっとも、第3の実施例では、弾性表面波フィルタ素子31と、弾性表面波フィルタ素子32、33との接続構造が、第2の実施例と異なる。すなわち、第3の実施例では、第1～第3の弾性表面波フィルタ素子31～33の外側IDTすなわち31b、31c、32b、32c、33b、33cが接地されず、フロート接続されている。

【0130】より具体的には、第1の弾性表面波フィルタ素子31の第2のIDT31bの一方のくし歯電極が第2の弾性表面波フィルタ素子32の第2、第3のIDT32b、32cの一方端に接続されている。他方、IDT31bの他方端が、第2の弾性表面波フィルタ素子32のIDT32b、32cの他方端に接続されている。同様に、第1の弾性表面波フィルタ素子31の第3のIDT31cの第1の端部が、第3の弾性表面波フィルタ素子33の第2、第3のIDT33b、33cの第1の端部に接続されており、IDT31cの第2の端部が、IDT33b、33cの第2の端部に接続されている。

【0131】なお、31d、31e、32d、32e、33d、33eは反射器を示す。その他の点については、第2の実施例と同様である。従って、第3の弾性表面波フィルタ装置においても、第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様に動作させることができ、同様の効果が得られる。加えて、上記接続構造を有するため、接地用ボンディングパッドの数を著しく少なくすることができ、弾性表面波フィルタ装置の小型化を進めることができ、さらにボンディングパッド及びボンディングパッドとの接続配線に起因する寄生容量を低減することができる。

【0132】(第4の実施例)図15は、本発明の第4の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図である。

【0133】本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、図示しない圧電基板上に、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子41、42が構成されている。圧電基板としては、圧電セラミックスや圧電単結晶などからなる圧電基板を用いることができ、本実施例では36° Y-X LiTaO<sub>3</sub>基板が用いられている。

【0134】第1、第2の弾性表面波フィルタ素子4

1、42は、いずれも3個のIDT41a～41c、42a～42cを有する共振器型弾性表面波フィルタ素子である。

【0135】弾性表面波フィルタ素子41の中央の第1のIDT41aの第1の端部と、第2の弾性表面波フィルタ素子42の中央の第1のIDT42aの第1の端部とが共通接続されて入力端子4に接続されている。

【0136】また、第1のIDT41a、42aの第2の端部は接地されている。他方、外側IDT、すなわちIDT41b、41cが出力端子5に、外側IDT、すなわち第2、第3のIDT42b、42cの一方の端部が出力端子6に接続されている。なお、第2、第3のIDT41b、41c、42b、42cの他方端部は接地されている。

【0137】また、IDT41a～41c、42a～42cが設けられている領域の両側には、それぞれ、反射器41d、41e、42d、42eが配置されている。本実施例では、第1の弾性表面波フィルタ素子41の伝送位相特性が、第2の弾性表面波フィルタ素子42の伝送位相特性に対して略180°異ならされている。

【0138】より具体的には、第1の弾性表面波フィルタ素子41は、電極指交差幅Wが31λとされており、IDT41aの電極指の対数が16、IDT41b、41cの電極指の対数が11である。また、IDT41a～41cのλIは4.2μmであり、反射器41d、41eの電極指の本数は120本であり、反射器41d、41eにおける波長λRは4.3μmとされている。そして、IDT41aと、IDT41b、41cとの間の第1の間隔GI<sub>1</sub>は1.75λRとされている。

【0139】第2の弾性表面波フィルタ素子42では、IDT42aと、IDT42b、42cとの間の第2の間隔GI<sub>2</sub>が2.25λRとされていることを除いては、第1の弾性表面波フィルタ素子41と同様に構成されている。上記のように、第1の間隔と第2の間隔が異ならされており、それによって第1の弾性表面波フィルタ素子41と第2の弾性表面波フィルタ素子42とは伝送振幅特性がほぼ等しく、かつ伝送位相特性は略180°異なっている。

【0140】本実施例の弾性表面波フィルタ装置の入力端子4が不平衡端子であり、該入力端子4を入力とし、平衡出力端子5、6を出力端子として用いた場合の動作を説明する。

【0141】入力端子4に電気信号が入力されると、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子41、42に、同位相及び同振幅の信号が印加される。この信号が、IDT41a、42aに印加され、表面波が励振される。この表面波が、電極指の延びる方向と直交する方向に伝搬し、反射器41d、41e、42d、42eに反射される。従って、反射された弾性表面波は、励振される弾性表面波と緩衝し、2つの反射器41d、41eまたは4



2 d, 4 2 e 間で定在波が形成される。従って、非常に Q の高い共振となり、励振された定在波が出力端子 5, 6 に接続された I D T 4 1 b, 4 1 c, 4 2 b, 4 2 c に受波され、電気的な信号に変換される。このとき励振される定在波と、出力側 I D T 4 1 b, 4 1 c, 4 2 b, 4 2 c の位置関係とにより出力信号が決定される。

【0142】本実施例では、弾性表面波フィルタ素子 4 1 における I D T 4 1 a と、I D T 4 1 b, 4 1 c との間の第 1 の間隔と、第 2 の弾性表面波フィルタ素子 4 2 における I D T 4 2 a と、I D T 4 2 b, 4 2 c との間の間隔が、弾性表面波の波長の 0. 50 倍だけ異ならされている。従って、第 1 の弾性表面波フィルタ素子 4 1 から出力される信号と、第 2 の弾性表面波フィルタ素子 4 2 から出力される信号とは、位相が反転している。

【0143】よって、弾性表面波フィルタ素子 4 1, 4 2 は、伝送位相特性が  $180^\circ$  異なる特性を持ち、平衡出力端子である出力端子 5, 6 には、振幅が等しく、かつ位相が  $180^\circ$  異なる電気信号が導出される。

【0144】なお、本実施例では、2 個の弾性表面波フィルタ素子 4 1, 4 2 を用いた 1 段構成のフィルタであるため、帯域内挿入損失を非常に小さくすることができる。第 4 の実施例の弾性表面波装置のフィルタ特性を図 1 6 に示す。図 1 6 から明らかなように、通過帯域内における損失を低減し得ることがわかる。

【0145】第 4 の実施例においても、図 5 及び図 6 の結果から、第 1 の間隔と第 2 の間隔との差は、 $0. 48 \lambda \sim 0. 525 \lambda$  の範囲に設定すればよいといえることができる。

【0146】また、第 1 の間隔と第 2 の間隔とは、 $(n/2 + 1. 22) \times \lambda \sim (n/2 + 1. 33) \times \lambda$ 、  
[ただし  $n$  は 0 ~ 4 の整数] と、 $(n/2 + 1. 72) \times \lambda \sim (n/2 + 1. 83) \times \lambda$ 、  
[ただし  $n$  は 0 ~ 4 の整数] との組み合わせとすることで、平衡度の劣化を防止し、広帯域な特性を得ることができる。

【0147】また、第 4 の実施例においても、第 1 の実施例と同様に、第 1, 第 2 の間隔に、一本以上の電極指を挿入し、電極被覆率を高めることにより、リーキー波を主に伝搬させることができ、SSBW の励振・伝搬を抑制することができる。従って、第 1, 第 2 の間隔における電極被覆率を、好ましくは 50 % 以上、より好ましくは 63 % 以上とすることにより、低損失の弾性表面波フィルタ装置を提供することができる。

【0148】本実施例では、第 2 の弾性表面波フィルタ素子 4 2 において、出力側 I D T 4 2 b, 4 2 c の位置関係が第 1 の弾性表面波フィルタ素子における出力側 I D T 4 1 b, 4 1 c の位置に比べて、弾性表面波の波長の 0. 5 倍だけずらされているので、上記のように位相関係が反転されている。

【0149】ここで、第 1 の弾性表面波フィルタ素子 4 1 の 2 つの反射器 4 1 d, 4 1 e 間の間隔と、第 2 の弾

性表面波フィルタ素子 4 2 の 2 つの反射器 4 2 d, 4 2 e 間の間隔とが異なれば、各素子における定在波の強度分布が変わる。従って、共振特性も変化し、フィルタとしての特性も変わることが予想される。よって、好ましくは、反射器 4 1 d, 4 1 e 間の間隔  $P_1$  と、反射器 4 2 d, 4 2 e 間の間隔  $Q_1$  を略等しくし、それによって平衡度の劣化を抑制することができる。

【0150】なお、第 4 の実施例においても、反射器 4 1 d ~ 4 2 e については、グレーティング型反射器が図示されているが、例えばチップ端面における反射を用いた反射器のような他の適宜の構造の反射器を用いることができる。

【0151】また、弾性表面波フィルタ素子 4 1 の中央の I D T 4 1 a と、弾性表面波フィルタ素子 4 2 の中央の I D T 4 2 a とを圧電基板上の電極パターンにより共通接続し、かつ不平衡入力端子 4 に接続することにより、弾性表面波フィルタ素子 4 1 の有する寄生容量と、弾性表面波フィルタ素子 4 2 の有する寄生容量とが共有されることになる。従って、平衡度がそれによっても改善される。

【0152】(第 5 の実施例) 第 5 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を第 1 7 図に略図的平面図で示す。

【0153】本実施例においても、第 4 の実施例と同様に、2 個の共振子型弾性表面波フィルタ素子が用いられている。すなわち、第 1, 第 2 の弾性表面波フィルタ素子 5 1, 5 2 が、圧電基板上に構成されている。また、第 1, 第 2 の弾性表面波フィルタ素子 5 1, 5 2 において、それぞれ、中央の I D T 5 1 a, 5 2 a と、外側の第 2, 第 3 の I D T 5 1 b, 5 1 c, 5 2 b, 5 2 c との間の浮き電極指 5 3 a ~ 5 3 d がそれぞれ挿入されている。I D T 5 1 a ~ 5 1 c 及び反射器 5 1 d, 5 1 e は、第 4 の実施例の弾性表面波フィルタ素子 4 1 の I D T 4 1 a ~ 4 1 c 及び反射器 4 5 d, 4 5 e とほぼ同様に構成されている。また、第 2 の弾性表面波フィルタ素子 5 2 の I D T 5 2 a ~ 5 2 c 及び反射器 5 2 d, 5 2 e は、第 4 の実施例の第 2 の弾性表面波フィルタ素子 4 2 の I D T 4 2 a ~ 4 2 c 及び反射器 4 2 d, 4 2 e とほぼ同様に構成されている。

【0154】本実施例のように、浮き電極指 5 3 a ~ 5 3 d を、I D T とは独立に形成してもよく、それによって I D T 間の間隔の電極被覆率を 50 % 以上とすることができる。

【0155】(第 6 の実施例) 図 1 8 は、第 6 の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明するための略図的平面図である。図示しない圧電基板上に、1 つの弾性表面波フィルタ素子 6 1 が構成されている。圧電基板としては、本実施例では  $36^\circ Y-X LiTaO_3$  基板が用いられているが、他のカット各の  $LiTaO_3$  基板や、他の圧電材料からなる圧電基板を適宜用いることが

できる。

【0156】弾性表面波フィルタ素子61では、3個のIDT61a～61cが表面波伝搬方向に沿って形成されている。IDT61a～61cが設けられている領域の両側に、反射器61d、61eが形成されている。

【0157】本実施例では、中央の第1のIDT61aの一端が不平衡入力端子である入力端子4に接続されている。IDT61aの他端は接地されている。外側の第2、第3のIDT61b、61cの一端が、平衡出力端子である出力端子5、6に接続されており、各他端は接地されている。反射器61d、61eは、グレーティング型反射器で構成されているが、他の反射器で構成されていてもよい。

【0158】IDT61a～61cの電極指交差幅Wは $31\lambda$ とされており、IDT61aの電極指の対数は16、IDT61b、61cの電極指の対数はいずれも11とされている。また、IDT61a～61cにおける表面波の波長 $\lambda$ は、 $4.2\mu\text{m}$ である。

【0159】反射器61d、61eにおける電極指の本数は各120本であり、波長 $\lambda$ は $4.3\mu\text{m}$ である。IDT61aと、IDT61bとの間の第1の間隔 $J_{I1}$ は $1.75\lambda R$ であり、IDT61aと、IDT61cとの間の第2の間隔 $J_{I2}$ は $2.25\lambda R$ である。

【0160】本実施例の弾性表面波フィルタ装置では、入力端子4からIDT61aに電気信号が入力されると、第1～第5の実施例の場合と同様に、反射器61d、61e間に定在波が形成される。この定在波により、非常に高い共振が得られ、励振された定在波がIDT61b、61cで受波され、出力端子5、6から取り出される。

【0161】本実施例においても、励振される定在波と、出力側IDT61b、61cの位置関係により、出力信号が決定される。本実施例では、IDT61a、61b間の第1の間隔と、IDT61a、IDT61aとIDT61cとの間の第2の間隔が、弾性表面波の波長の0.50倍だけ異なるため、IDT61b、61cの出力信号の位相が反転されている。

【0162】従って、IDT61bから出力される電気信号と、IDT61cから出力される電気信号とは伝送位相特性が $180^\circ$ 異なる特性を持つので、出力端子5、6から、振幅が等しく、位相が $180^\circ$ 異なる電気信号が導出される。

【0163】本実施例においても、図5及び図6の結果から、第1、第2の間隔の差は $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$ の範囲に設定すればよいことがわかる。また、IDT間の間隔 $J_{I1}$ 、 $J_{I2}$ は、 $(n+1.22) \times \lambda \sim (n+1.33) \times \lambda$ 、【ただし $n$ は0～4の整数】と、 $(n+0.72) \times \lambda \sim (n+0.83) \times \lambda$ 、【ただし $n$ は0～4の整数】との組み合わせとすることにより、平衡度の劣化を抑制することができ、広帯域な特性

が得られる。

【0164】さらに、本実施例においては、IDT61b、61cの最内側の電極指が幅広とされており、それによってIDT間の間隔 $J_{I1}$ 、 $J_{I2}$ における電極被覆率が0.63とされている。従って、IDT間の間隔 $J_{I1}$ 、 $J_{I2}$ における伝搬損失が小さくされている。よって、第1、第2の間隔が異なることによる振幅平衡度の悪化が防止される。

【0165】また、中央のIDT61aから反射器61d、61eまでの距離P、Qを等しくすることにより、定在波の励振強度分布の非対称性が解消され、平衡度の悪化を防止することができる。

【0166】（第7の実施例）図19は、本発明の第7の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の略図的平面図である。第7の実施例では、中央の第1のIDT71aと、外側の第2、第3のIDT71b、71c間の間隔に、それぞれ、浮き電極指72、73が配置されている。その他の点については、第6の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様に構成されている。本実施例においても、第6の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様に各IDT71a～71c及び反射器71d、71eが構成されているので、第6の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様の効果を得ることができる。

【0167】また、浮き電極指72、73が設けられているので、第1、第2の間隔における電極被覆率が高められ、伝搬損失を低減することができる。好ましくは、電極被覆率は5%以上、より好ましくは63%以上とされる。

【0168】（第8の実施例）図20は、本発明の第8の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明するための略図的平面図である。図示しない圧電基板上に、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子81、82が構成されている。第1、第2の弾性表面波フィルタ素子81、82は、第4の実施例の弾性表面波フィルタ装置と同様に構成されている。異なるところは、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子81、82の中央の第1のIDT81a、82aと、入力端子4との間に、第1の弾性表面波共振子83が接続されること、並びに第1、第2の弾性表面波フィルタ素子81、82の外側の第2、第3のIDT81b、81c、82b、82cと、出力端子5、6との間に、それぞれ、一端子対弾性表面波共振子84、85が接続されていることにある。なお、81d、81e、82d、82eは、反射器を示す。

【0169】上記第1の弾性表面波共振子83は、1個のIDT83aと、1個のIDTの両側に配置されたグレーティング型反射器（図示せず）とを有する。第1の弾性表面波共振子83のIDT83aの電極指交差幅Wは $20\lambda$ 、電極指の対数Nは80であり、IDTの波長 $\lambda$ は $4.20\mu\text{m}$ であり、図示されていない反射器の電極指の本数は120本である。

【0170】また、出力端子 5, 6 に接続されている第 2, 第 3 の一端子対弾性表面波共振器 84, 85 は、第 1 の弾性表面波共振器 83 と同様に構成されている。本実施例では、上記第 1 ～第 3 の弾性表面波共振器 83 ～85 が接続されているので、図 21 に示すように、第 4 の実施例に比べて、通過帯域外の減衰量を大きくすることができる。なお、図 21 において、実線は第 8 の実施例の弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示し、破線は第 4 の実施例の弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示す。

【0171】（第 9 の実施例）図 22 は、第 9 の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図である。第 9 の実施例の弾性表面波フィルタ装置は、第 6 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の入力側及び出力側に、第 8 の実施例と同様に、第 1 ～第 3 の弾性表面波共振器 93 ～95 を接続した構造に相当する。

【0172】なお、弾性表面波フィルタ素子 91 については、第 6 の実施例の弾性表面波フィルタ素子 61 とほぼ同様に構成されている。また、中央の第 1 の IDT 91a と、入力端子 4 との間に接続されている第 1 の弾性表面波共振器 93、第 2, 第 3 の IDT 91b, 91c と出力端子 5, 6 との間に接続されている第 2, 第 3 の弾性表面波共振器 94, 95 は、第 8 の実施例で用いた弾性表面波共振器 83 ～85 と全く同様に構成されている。

【0173】本実施例においても、第 8 の実施例と同様に、第 1 ～第 3 の弾性表面波共振器が、弾性表面波フィルタ素子の入力側と入力端子との間及び弾性表面波共振器の出力側と出力端子との間に接続されているので、通過帯域近傍における減衰量、特に高域側における減衰量を増大することができる。

【0174】（第 10 の実施例）図 23 は、第 10 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図である。本実施例は、第 8 の実施例の弾性表面波フィルタ装置において、第 2 の弾性表面波共振器 84 と、出力端子 6 との間に第 4 の弾性表面波共振器 101 を接続した構造に相当する。言い換えれば、第 4 の弾性表面波共振器 101 は、出力端子 5, 6 に並列に接続されている。この第 4 の弾性表面波共振器 101 は、1 つの IDT と、その両側に配置されているが、図示されていないグレーティング型反射器とを有する。第 4 の弾性表面波共振器 101 は、IDT の電極指交差幅  $W$  が  $15\lambda$ 、電極指の対数は 50、IDT の波長  $\lambda$  は  $4.40\mu\text{m}$ 、反射器の電極指の本数は 120 本とされている。

【0175】第 8 の実施例の弾性表面波フィルタ装置に、本実施例に従って第 4 の弾性表面波共振器 101 を接続することにより、平衡出力端子 5, 6 側において、梯子型フィルタ回路が構成される。この梯子型フィルタ回路の減衰極を、弾性表面波フィルタの通過帯域の低域側と高域側とに位置することにより、減衰量をより一層

大きくすることができ、選択度を高めることができる。

【0176】また、上記弾性表面波共振器 101 は、平衡出力端子 5, 6 間に橋渡しのかたちで接続されているので、平衡端子 5, 6 への影響が等しく、平衡度の悪化要因を相殺する。従って、平衡度を悪化させることなく、通過帯域外減衰量の増大を図ることができる。

【0177】第 1 ～第 10 の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置の説明では、圧電基板上に形成されている電極構造のみを示したが、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、様々なパッケージ構造を採用することによりチップ型弾性表面波フィルタ装置として構成することができる。

【0178】第 11 の実施例は、このようなパッケージに内蔵された部品としての弾性表面波フィルタ装置に関する。図 24 に示すように、圧電基板 102 上に、所定の電極を形成することにより、本発明に従った弾性表面波フィルタ素子が構成される。この弾性表面波フィルタ素子が、凹部 103a を有するパッケージ 103 に収納される。

【0179】本実施例では、弾性表面波フィルタ素子を構成する圧電基板 102 が矩形板状の形状を有し、中心を通る対称軸  $X$  を有する。他方、パッケージ 103 も平面形状が矩形であり、中心を通る対称軸  $Y$  を有する。本実施例では、圧電基板 102 の対称軸  $X$  と、パッケージ 103 の対称軸  $Y$  とが一致するように、圧電基板 102 がパッケージ 103 内に固定される。さらに、図 24 では図示を省略されているが、弾性表面波フィルタ素子とパッケージ 103 上に設けられた電極パッドとをボンディングワイヤーにより接続する。この電極パッドやボンディングワイヤーについても、上記対称軸  $X$ ,  $Y$  に対して線対称に配置される。

【0180】上記のように、圧電基板 102 の対称軸  $X$  とパッケージ 103 の対称軸  $Y$  とを一致させることにより、平衡出力端子の各端子に接続される弾性表面波フィルタ上の配線の電気長や寄生容量の値を等しくすることができ、平衡度の悪化を抑制することができる。

【0181】また、パッケージの中心を通り対称軸  $Y$  に対して線対称の構造とすることにより、平衡端子に接続されるパッケージ内の配線の有する電気長や寄生容量の値を等しくすることができ、それによっても平衡度の悪化を抑制することができる。従って、平衡度を悪化させる要因を極めて小さくすることができ、結果として、平衡度に優れた平衡－不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を提供することができる。

【0182】さらに、上記のように、電極パッドやワイヤボンディングの配置についても、対称軸  $X$ ,  $Y$  に関して線対称とすることにより、平衡度をより一層高めることができる。

【0183】なお、ワイヤボンディングに代えて、バンブボンディングにより電氣的接続を行う場合にも、バン

ブボンディング位置を線対称に配置することにより、同様の効果が得られる。特にバンプボンディングでは、チップの配置位置によってワイヤ長が変わってしまうワイヤボンディングと比較して、平衡度は良好となる。

【0184】図25は、本発明の第12の実施例として、周波数が異なる不平衡-平衡型弾性表面波フィルタが同一圧電基板上に形成されている弾性表面波フィルタを示す模式的平面図である。この弾性表面波フィルタ111は、同一圧電基板112上に、図20に示した弾性表面波フィルタ装置と同一の弾性表面波フィルタ装置113、114を配置した構造を有する。この場合、弾性表面波フィルタ装置113を、例えば900MHz帯の帯域フィルタとして、弾性表面波フィルタ装置114を1900MHz帯の帯域フィルタとして形成することにより、上記のように周波数が異なる2つの不平衡-平衡型弾性表面波フィルタ装置113、114を同一圧電基板112を用いて構成することができ、帯域フィルタの小型化を図ることができる。

【0185】なお、図25では、圧電基板上の電極パッドと図示しないパッケージ状の電極パターンやアース電位に接続される電極パターンとの接続はボンディングワイヤーにより行われているが、ボンディングワイヤー以外の方法により電氣的に接続されていてもよい。

【0186】図26は、図25に示した弾性表面波フィルタ装置111を用いた通信機における、アンテナ共用器を示す概略構成図である。ここでは、弾性表面波フィルタ装置113、114の入力端がアンテナANTに共通接続されている。そして、弾性表面波フィルタ装置113、114の出力端が、それぞれ、送信側出力端Tx及び受信側出力端Rxとされている。

【0187】なお、図25では、周波数が異なるフィルタが同一の圧電基板112を用いて構成されていたが、図27に示すように、周波数の異なる弾性表面波フィルタ装置113、114は、それぞれ、異なる圧電基板112a、112bを用いて構成してもよい。ここでは、異なる圧電基板112a、112bを用いて構成された弾性表面波フィルタ装置113、114が、それぞれ、パッケージ116内に収納される。

【0188】図30～32は、それぞれ、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置のさらに他の実施例を説明するための各底面図である。図30に示す弾性表面波フィルタ装置301は、図示されているケース材302を有する。ケース材302は、本実施例では板状のケース基板であり、図示されていない側の面にフリップチップボンディング工法により本発明に係る弾性表面波フィルタ装置が搭載される。

【0189】上記ケース材302の下面302aには、弾性表面波フィルタ装置と電氣的に接続され、かつ外部と電氣的に接続するための1つの外部入力端子303と、2つの外部出力端子304、305が設けられてい

る。この場合、弾性表面波フィルタ装置の不平衡信号端子に、外部入力端子303が接続され、弾性表面波フィルタ装置の一对の平衡信号端子に、外部出力端子304、305が電氣的に接続されている。本実施例では、外部入力端子303に対し、2つの外部出力端子304、305が、図示の破線で示す対称軸を介して略線対称に配置されている。このように、2つの外部出力端子304、305を外部入力端子303に対して略線対称に配置することにより、平衡度が高められる。

【0190】加えて、2つの外部出力端子304、305間に、好ましくは中央に、アース端子306が配置されており、それによって平衡度がより一層高められている。また、外部入力端子303と外部出力端子304との間、外部入力端子303と外部出力端子305との間に、好ましくは中央に、それぞれ、アース端子307、308が配置されており、それによって外部入出力端子間における直達成分を抑制することが可能とされている。

【0191】図31に示す弾性表面波フィルタ装置311においても、同様に、外部入力端子313に対し、外部出力端子314、315が略線対称に配置されている。従って、図30に示した弾性表面波フィルタ装置301と同様に平衡度を高めることができる。ここでは、外部入力端子313と外部出力端子314、315との間に、アース端子316、317が配置されており、それによって入出力端子間の直達成分の抑制が図られている。

【0192】なお、図30及び31では、板状のケース材302、312が用いられているが、ケース材の形状はこれに限定されず、弾性表面波フィルタ装置を密封するパッケージによりケース材が構成されていてもよい。

【0193】また、図32に示す弾性表面波フィルタ装置321では、圧電基板322の下面が示されている。この圧電基板322の上面側に、弾性表面波フィルタ素子が構成されている。圧電基板322の下面には、弾性表面波フィルタ素子に電氣的に接続され、かつ不平衡信号端子として用いられる外部入力端子323が導電膜により形成されている。また、平衡信号端子として用いられる2つの外部出力端子324、325が、外部入力端子323に対して略線対称に位置するように設けられている。弾性表面波フィルタ装置321においても、2つの外部出力端子324、325間の中央にアース端子326が配置されており、それによって平衡度がさらに高められている。また、外部入力端子323と外部出力端子324との間及び外部入力端子323と外部出力端子325との間に、それぞれ、アース端子327、328が配置されており、直達成分の抑制が図られている。

【0194】図33は、本発明に係る弾性表面波装置を用いた通信機160を説明するための各概略ブロック図である。図33において、アンテナ161に、デュプレ

10

20

30

40

50

クサ 162 が接続されている。デュプレクサ 162 と受信側ミキサ 163 との間に、RF 段を構成する弾性表面波フィルタ 164 及び増幅器 165 が接続されている。さらにミキサ 163 に IF 段の表面波フィルタ 169 が接続されている。また、デュプレクサ 162 と送信側のミキサ 166 との間には、RF 段を構成する増幅器 167 及び弾性表面波フィルタ 168 が接続されている。

【0195】上記通信機 160 における表面波フィルタ 164, 168 として本発明に従って構成された弾性表面波装置を好適に用いることができる。

#### 【0196】

【発明の効果】第 1 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置によれば、第 2, 第 3 の弾性表面波フィルタ素子の帯域内における伝送振幅特性が略一致しており、伝送位相特性が略  $180^\circ$  異なるように構成されており、第 2 の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも 1 つの IDT と、第 3 の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも 1 つの IDT とが、第 1 の弾性表面波フィルタ素子の少なくとも 1 つの IDT に接続されているので、第 1 の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を不平衡端子、第 2, 第 3 の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を平衡端子とすることにより、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を構成することができる。この場合、従来、4 つの弾性表面波フィルタ素子を必要としていたのに対し、第 1 の発明によれば、3 個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、平衡-不平衡変換機能が実現される。従って、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置の小型化及びコストの低減を果たし得る。

【0197】また、弾性表面波フィルタ素子の数を低減し得るので、寄生容量を減らすことができ、それによって平衡度の劣化も生じ難い。従って、広帯域化も容易である。

【0198】第 2 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、第 2, 第 3 の弾性表面波フィルタ素子の帯域内における伝送振幅特性が略一致し、伝送位相特性が略  $180^\circ$  異なるように構成されており、第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 2 の IDT が、第 2 の弾性表面波フィルタ素子に接続されており、第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 3 の IDT が第 3 の弾性表面波フィルタ素子の IDT に接続されているので、第 1 の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を不平衡端子、第 2, 第 3 の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を平衡端子とすることにより、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を構成することができる。この場合、従来、4 つの弾性表面波フィルタ素子を必要としていたのに対し、第 2 の発明によれば、3 個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、平衡-不平衡変換機能が実現される。従って、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置の小型化及びコストの低減を果たし

得る。

【0199】また、弾性表面波フィルタ素子の数を低減し得るので、寄生容量を減らすことができ、それによって平衡度の劣化も生じ難い。従って、広帯域化も容易である。

【0200】第 2 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第 1 の間隔と第 2 の間隔とが、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$  異なるように構成されている場合には、振幅の平衡度を  $1.5\text{ dB}$  以下、位相の平衡度を  $20^\circ$  以下とすることができ、平衡度の劣化を確実に防止することができる。

【0201】第 1 の間隔及び第 2 の間隔が、それぞれ、式 1 及び式 2 を満たす場合には、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の劣化を抑制することができる。さらに、第 2 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、式 3 及び式 4 を満たすように第 1, 第 2 の間隔が選ばれている場合には、温度変化による周波数変動を考慮したとしても、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の悪化を抑制することができる。

【0202】さらに、第 1 の間隔を  $1.72\lambda \sim 1.83\lambda$ 、第 2 の間隔が  $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$  の範囲にある場合には、平衡度の悪化をより確実に抑制することができ、かつ帯域幅を十分な広さとすることができる。

【0203】第 2 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、 $\text{LiTaO}_3$  単結晶を X 軸を中心に Y 軸から Z 軸方向に  $36 \sim 44^\circ$  の範囲で回転されている  $\text{LiTaO}_3$  基板を用い、第 1, 第 2 の間隔のうち少なくとも 1 つの間隔に、少なくとも一本の電極指が挿入されており、該電極指が挿入された間隔における電極被覆率が  $50\%$  以上とされている場合には、リーキー波が周囲に伝搬され、それによって挿入損失の低減を図ることができる。特に、電極被覆率が  $63\%$  以上である場合には、より一層挿入損失を低減することができる。

【0204】第 2 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第 1 の反射器と第 2 の反射器との間隔が、第 3 の反射器と第 4 の反射器との間隔と略等しくされている場合には、第 2 の弾性表面波フィルタ素子及び第 3 の弾性表面波フィルタ素子のフィルタ特性がほぼ等しくなり、平衡度の劣化をより確実に抑制することができる。

【0205】第 3 の発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、第 1～第 3 の弾性表面波フィルタ素子を備え、第 2 の弾性表面波フィルタ素子が第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 2 の IDT に接続されており、第 3 の弾性表面波フィルタ素子が、第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 3 の IDT に接続されており、第 1 の弾性表面波フィルタ素子の第 2 の IDT と、第 3 の IDT の入力または出力に対する位相差が、通過帯域内において約  $180^\circ$  異なるので、第 1 の弾性表面波フィルタ素子に接続される端子を不平衡端子、第 2, 第 3 の弾性表面波フィルタ

素子に接続される端子を平衡端子とすることにより、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を構成することができる。この場合、従来、4つの弾性表面波フィルタ素子を必要としていたのに対し、第3の発明によれば、3個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、平衡-不平衡変換機能が実現される。従って、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置の小型化及びコストの低減を果し得る。

【0206】また、弾性表面波フィルタ素子の数を低減し得るので、寄生容量を減らすことができ、それによって平衡度の劣化も生じ難い。従って、広帯域化も容易である。

【0207】第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1、第2の間隔が、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$  だけ異なる場合には、振幅の平衡度を  $1.5\text{ dB}$  以下、位相の平衡度を  $20^\circ$  以下とすることができ、平衡度の劣化を確実に防止することができる。

【0208】第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1、第2の間隔が式1、2を満たす場合には、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の劣化を抑制することができる。

【0209】第3の発明において、第1、第2の間隔が式3、4を満たす場合には、温度変化による周波数変動を考慮したとしても、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の悪化を抑制することができる。

【0210】第1の間隔が  $1.72\lambda \sim 1.88\lambda$  の範囲にあり、第2の間隔が  $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$  の範囲にある場合には、平衡度の悪化をより確実に抑制することができ、かつ帯域幅を十分な広さとすることができる。

【0211】第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1のIDTの中心から第1の反射器までの距離と、第1のIDTの中心から第2の反射器までの距離が等しくされている場合には、平衡度の劣化をより確実に抑制することができる。

【0212】第1～3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1の弾性表面波フィルタ素子を構成しているIDTの電極指交差幅は、第2の弾性表面波フィルタ素子及び第3の弾性表面波フィルタ素子を構成している各IDTの電極指交差幅の  $1.5 \sim 3.5$  倍の範囲にある場合には、通過帯域内におけるVSWR値の悪化を抑制することができる。

【0213】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、第2の弾性表面波フィルタ素子の通過帯域内における伝送特性が、第1の弾性表面波フィルタ素子の伝送振幅特性と略一致しており、伝送位相特性が第1の弾性表面波フィルタ素子と略  $180^\circ$  異なるように構成されており、第1、第2の弾性表面波フィルタ素子の一方の端子が電気的に並列に接続されており、他方の端子が電気的に直列に接続されており、並列に接続されている端

子が不平衡端子、直列に接続されている端子が平衡端子を構成しているので、第1～第3の発明に係る弾性表面波フィルタ装置と同様に、平衡-不平衡変換機能が実現される。しかも2個の弾性表面波フィルタ素子を用いて構成されているので、より一層小型化及び低コスト化を果し得る。

【0214】また、第4の発明に係る弾性表面波フィルタ素子において、第1、第2の間隔が、 $0.48\lambda \sim 0.525\lambda$  異なる場合には、振幅の平衡度を  $1.5\text{ dB}$  以下、位相の平衡度を  $20^\circ$  以下とすることができ、平衡度の劣化を確実に防止することができる。

【0215】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1、第2の間隔が、式1、2を満たす場合には、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の劣化を抑制することができる。

【0216】また、第1、第2の間隔が式3、4を満たす場合には、温度変化による周波数変動を考慮したとしても、十分な帯域幅を得ることができ、かつ平衡度の悪化を抑制することができる。

【0217】また、第4の発明において、第1の間隔が  $1.72\lambda \sim 1.88\lambda$  の範囲にあり、第2の間隔が  $2.22\lambda \sim 2.33\lambda$  の範囲にある場合には、平衡度の悪化をより確実に抑制することができ、かつ帯域幅を十分な広さとすることができる。

【0218】第4の発明においても、圧電基板がLiTaO<sub>3</sub>。単結晶をX軸を中心にY軸からZ軸方向に  $36 \sim 44^\circ$  の範囲で回転されているLiTaO<sub>3</sub> 基板を用い、第1、第2の間隔のうち少なくとも1つの間隔に、少なくとも一本の電極指が挿入されており、該電極指が挿入された間隔における電極被覆率が50%以上とされている場合には、リーキー波が周囲に伝搬され、それによって挿入損失の低減を図ることができる。特に、電極被覆率が63%以上である場合には、より一層挿入損失を低減することができる。

【0219】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1の反射器と第2の反射器との間の間隔が、第3の反射器と第4の反射器との間隔と略等しくされている場合には、第2の弾性表面波フィルタ素子及び第3の弾性表面波フィルタ素子のフィルタ特性がほぼ等しくなり、平衡度の劣化をより確実に抑制することができる。

【0220】第4の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子と、第2の弾性表面波フィルタ素子の不平衡側に接続される端子とが、圧電基板上において電極パターンにより接続されている場合には、寄生容量の低減を図ることができ、それによって挿入損失のより一層の低減を図ることができる。

【0221】第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置は、第1～第3のIDTを有する1つの弾性表面波フィ



ルタ素子を備え、第1、第2のIDT間の第1の間隔と、第1、第3のIDT間の第2の間隔が式1及び2を満たし、第1のIDTが不平衡端子を構成し、第2、第3のIDTが平衡端子に接続されているので、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置を構成することができる。この場合、従来、4つの弾性表面波フィルタ素子を必要としていたのに対し、第5の発明によれば、1個の弾性表面波フィルタ素子を用いることにより、平衡-不平衡変換機能が実現される。従って、平衡-不平衡変換機能を有する弾性表面波フィルタ装置の小型化及びコストの低減を果たし得る。

【0222】また、弾性表面波フィルタ素子の数を低減し得るので、寄生容量を減らすことができ、それによって平衡度の劣化も生じ難い。従って、広帯域化も容易である。

【0223】また、第5の発明においても、第1、第2の間隔が上記特定の範囲とされているので、第1の発明と同様に、十分な帯域幅を実現することができ、かつ平衡度も改善される。

【0224】第5の発明に係る弾性表面波フィルタ装置において、第1、第2の間隔に、少なくとも一本の浮き電極指が挿入されており、該領域における電極被覆率が50%以上とされている場合には、挿入損失の低減を図ることができる。

【0225】特に、上記電極被覆率が63%以上である場合には、挿入損失をより一層低減することができる。本発明において、不平衡端子側に直列に弾性表面波共振子が接続されている場合には、通過帯域外減衰量を改善することができる。

【0226】同様に、平衡端子側の各端子に直列にそれぞれ弾性表面波共振子を接続することによって、帯域外減衰量を改善することができる。また、平衡端子側に縦続された梯子型回路構成の弾性表面波フィルタを備える場合には、該梯子型弾性表面波フィルタの減衰極を通過帯域の低域側及び高域側に配置することにより、減衰量及び選択度をより一層高めることができる。さらに、平衡端子間に並列に接続された弾性表面波共振子により、平衡端子のそれぞれの影響を等しくすることができ、平衡度を悪化させることなく、通過帯域外減衰量を拡大することができる。

【0227】本発明に係る弾性表面波装置において、弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップをパッケージに収納した構造において、圧電基板上に形成された電極パターン、パッケージ及び導電部の少なくとも1つが略線対称の構造を有する場合には、それによって平衡度の悪化を抑制することができる。

【0228】特に、電極パターン、パッケージ及び導電部のうち少なくとも2つが同一の対称軸に対して略線対称とされている場合、より一層平衡度の悪化を抑制することができる。

【0229】さらに、本発明に係る弾性表面波フィルタ装置では、圧電基板上に弾性表面波フィルタ素子が構成されているチップがフリップチップボンディングにより搭載されるケース材を備え、該ケース材に、1つの外部入力端子または外部出力端子と、2つの外部出力端子または外部入力端子とが設けられており、1つの外部入力端子または外部出力端子に対し、2つの外部出力端子または外部入力端子が略線対称に配置されている場合、あるいは電氣的に対称に配置されている場合には、平衡度をより一層高めることができる。

【0230】また、本発明にかかる弾性表面波フィルタ装置において、上記外部入力端子と外部出力端子との間に少なくとも1つのアース端子が配置されている場合には、入出力端子間の直達成分の抑制を図ることができる。さらに、上記2つの外部出力端子または外部入力端子間に少なくとも1つのアース端子が配置されている場合には、それによっても平衡度を高めることができる。

【0231】さらに、本発明に係る表面波フィルタ装置は、前述したように共用器や該共用器を有する通信装置に用いることができ、共用器や通信装置の小型化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図2】第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置及び従来例の弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図。

【図3】第1の実施例の弾性表面波フィルタ装置及び従来例の弾性表面波フィルタ装置における不平衡端子側のVSWR特性を示す図。

【図4】第1の実施例及び従来例の弾性表面波フィルタ装置の平衡端子側のVSWR特性を示す図。

【図5】隣り合うIDT間の間隔と振幅平衡度との関係を示す図。

【図6】隣り合うIDT間の間隔と位相平衡度との関係を示す図。

【図7】隣り合うIDT間の間隔と帯域幅との関係を示す図。

【図8】隣り合うIDT間の間隔と帯域内挿入損失との関係を示す図。

【図9】隣り合うIDT間の間隔と振幅平衡度との関係を示す図。

【図10】隣り合うIDT間の間隔と位相平衡度との関係を示す図。

【図11】電極指交差幅比と、4.0dBの減衰量を有する帯域幅との関係を示す図。

【図12】電極指交差幅比と、VSWRとの関係を示す図。

【図13】本発明の第2の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図 14】本発明の第 3 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図 15】本発明の第 4 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図 16】第 4 の実施例の弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図。

【図 17】本発明の第 5 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図 18】本発明の第 6 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図 19】本発明の第 7 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図 20】本発明の第 8 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図 21】第 4 の実施例及び第 8 の実施例の各弾性表面波フィルタ装置のフィルタ特性を示す図。

【図 22】本発明の第 9 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図 23】本発明の第 10 の実施例の弾性表面波フィルタ装置の電極構造を示す略図的平面図。

【図 24】本発明の第 11 の実施例の弾性表面波フィルタ装置を説明するための分解斜視図。

【図 25】本発明の第 12 の実施例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明するための模式的平面図。

【図 26】第 12 の実施例に係る弾性表面波フィルタ装

置を用いて構成されたアンテナ共用器を説明するための概略構成図。

【図 27】第 12 の実施例の変形例に係る弾性表面波フィルタ装置を説明するための概略構成図。

【図 28】従来の弾性表面波フィルタ装置の一例を説明するための略図的平面図。

【図 29】従来の弾性表面波フィルタ装置の他の例を示す略図的平面図。

【図 30】本発明にかかる弾性表面波フィルタ装置の他の実施例を説明するための図であり、ケース材の底面図。

【図 31】本発明の弾性表面波フィルタ装置のさらに他の実施例を説明するための図であり、ケース材の底面図。

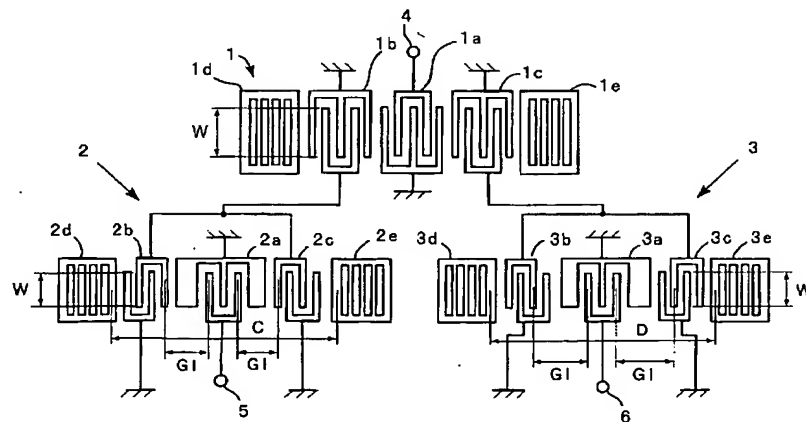
【図 32】本発明に係る弾性表面波フィルタ装置の他の実施例を説明するための図であり、圧電基板の底面図。

【図 33】本発明に係る弾性表面波装置が用いられている通信機を説明するための概略ブロック図。

#### 【符号の説明】

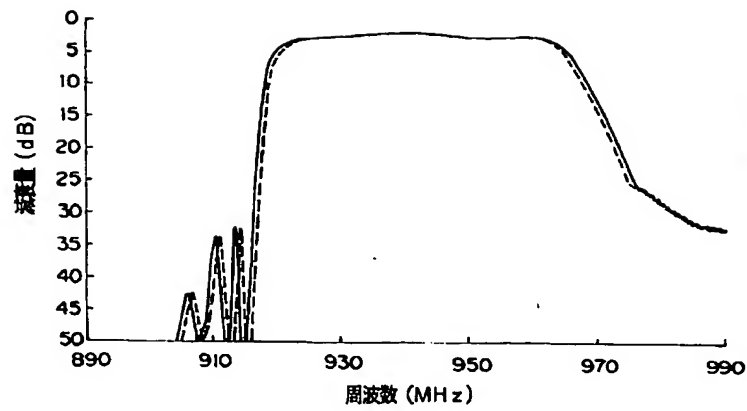
- 20 1～3…第 1～第 3 の弾性表面波フィルタ素子  
1 a, 2 a, 3 a…第 1 の IDT  
1 b, 2 b, 3 b…第 2 の IDT  
1 c, 2 c, 3 c…第 3 の IDT  
1 d, 1 e～3 d, 3 e…反射器

【図 1】

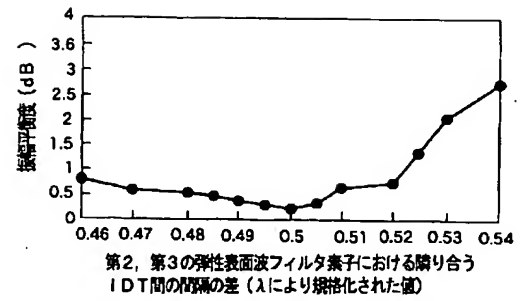




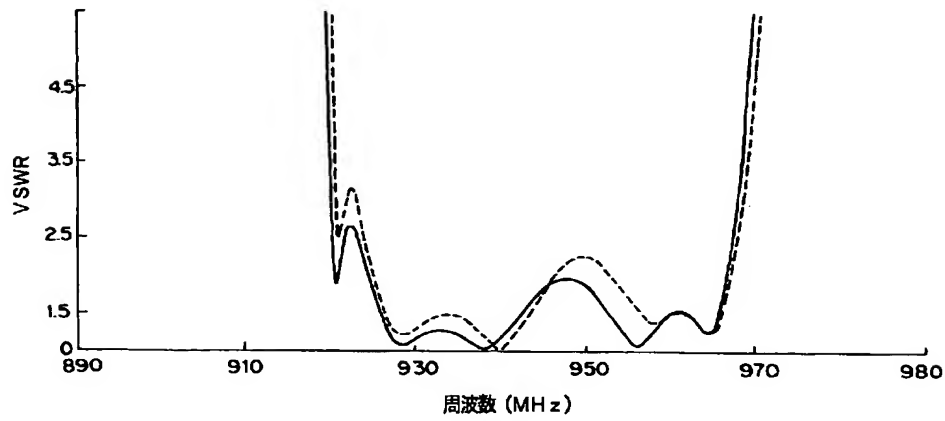
【図2】



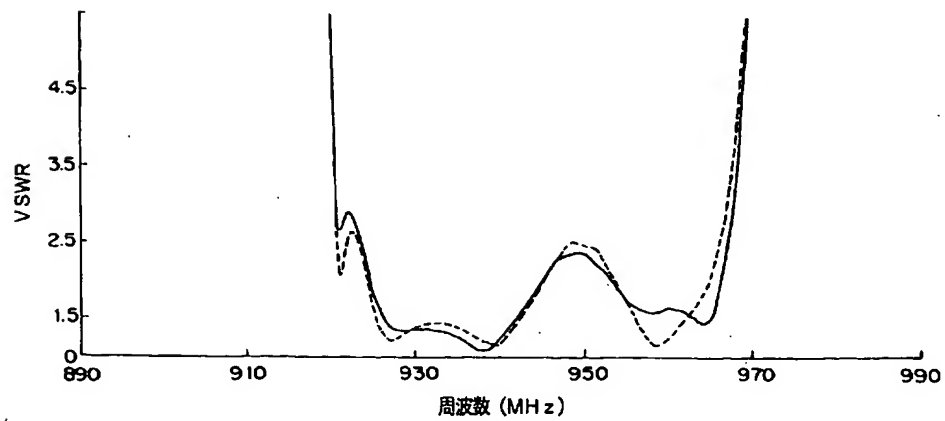
【図5】



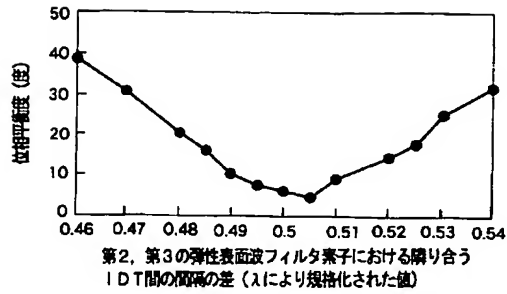
【図3】



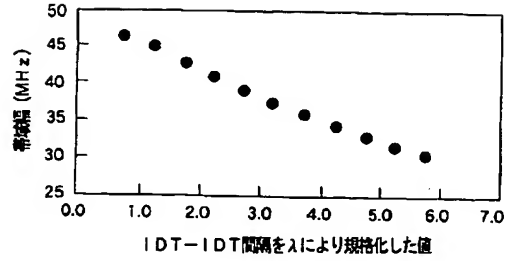
【図4】



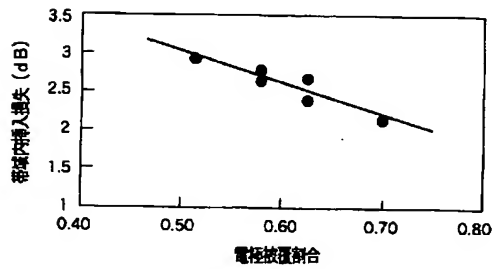
【図6】



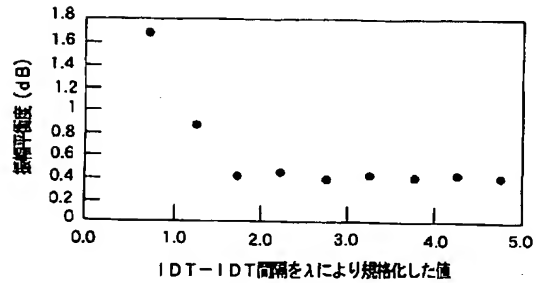
【図7】



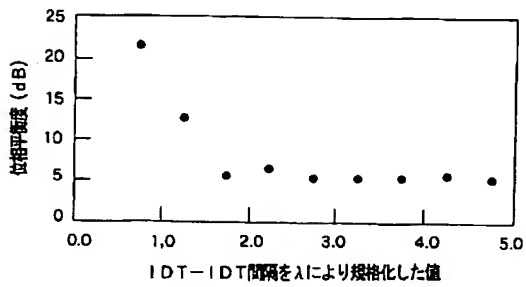
【図8】



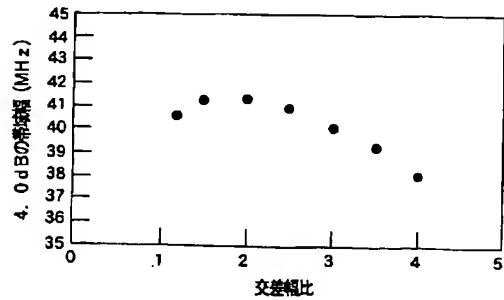
【図9】



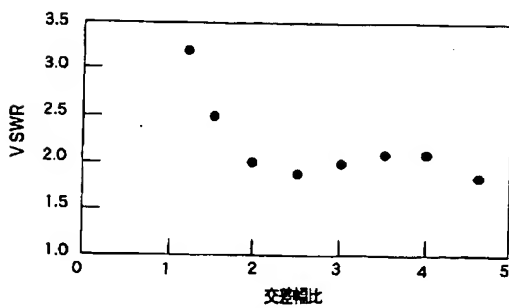
【図10】



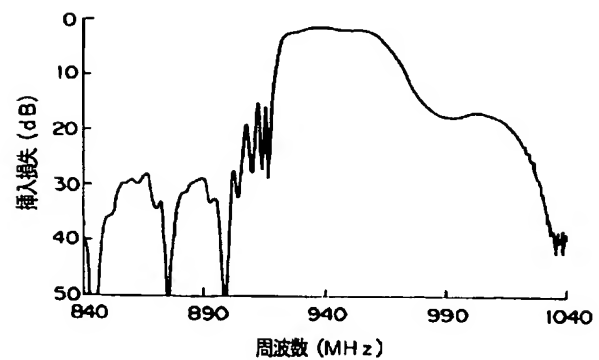
【図11】



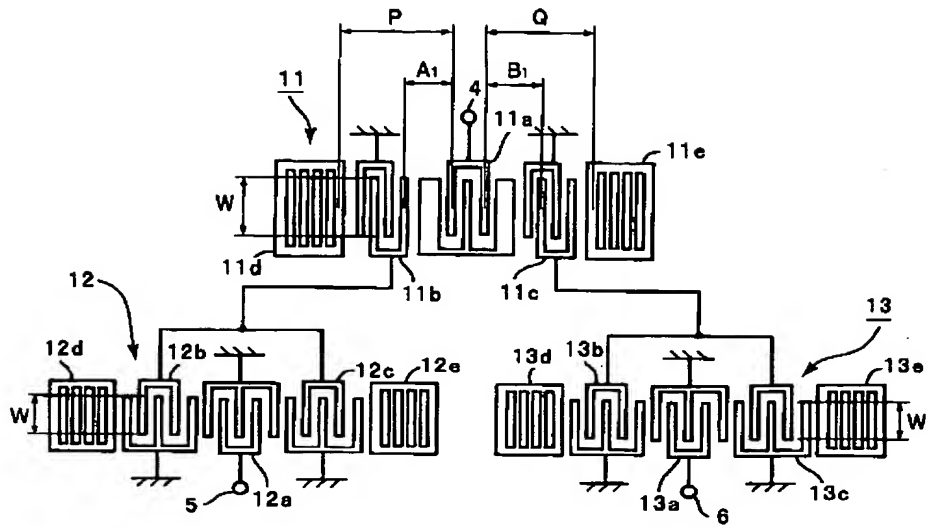
【図12】



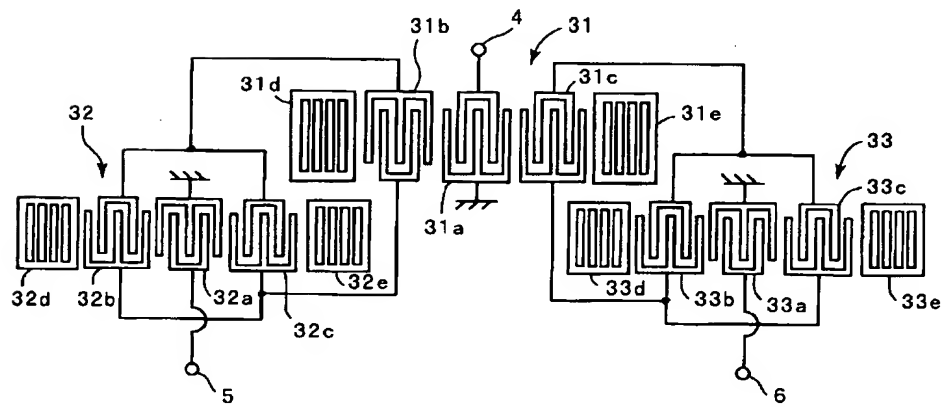
【図16】



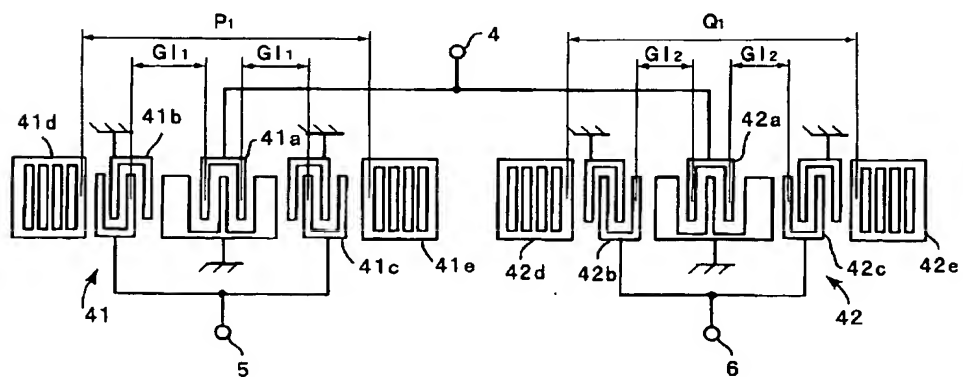
【図13】



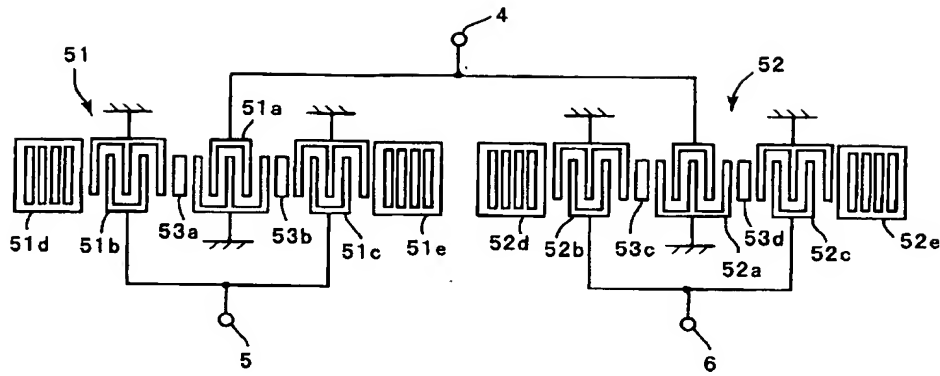
【図14】



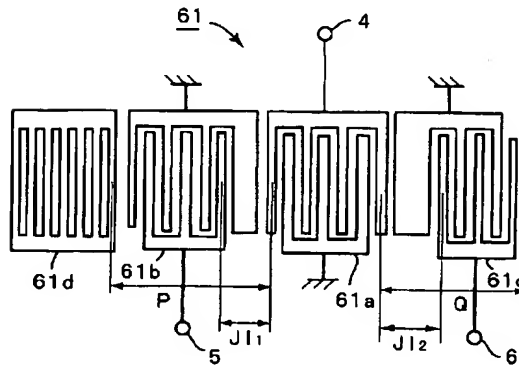
【図15】



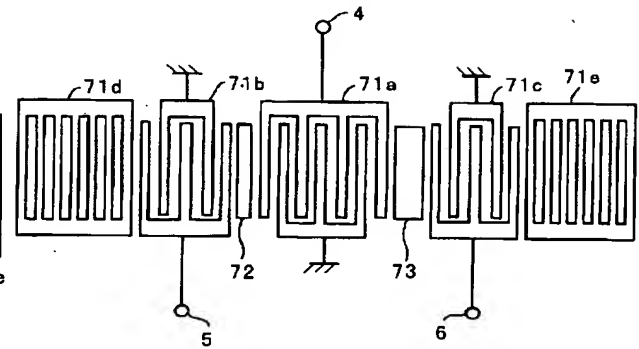
【図 17】



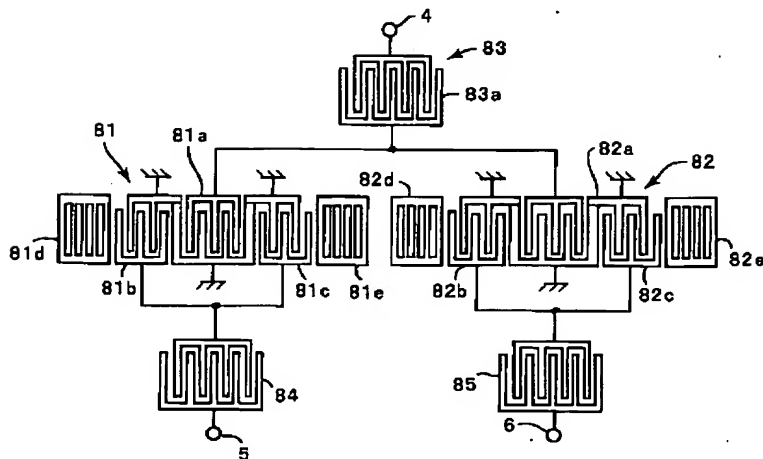
【図 18】



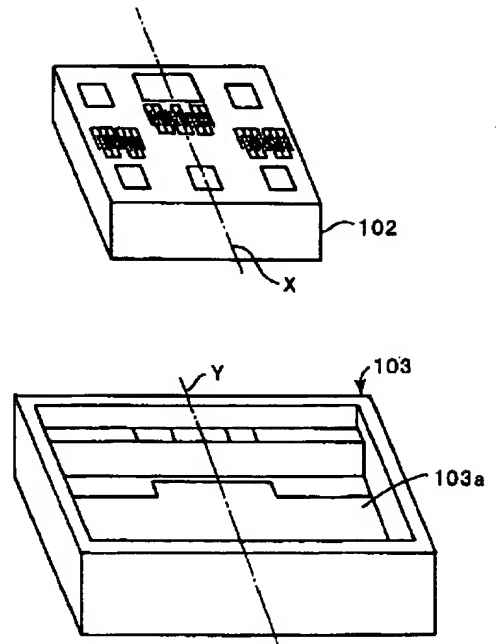
【図 19】



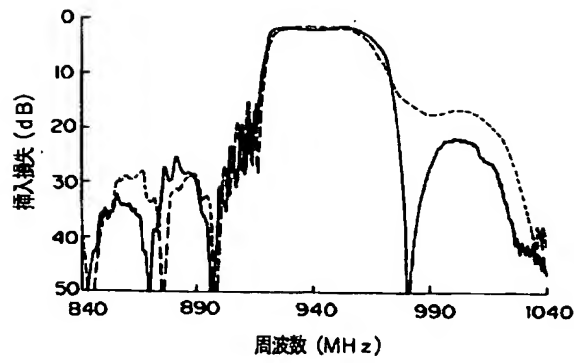
【図 20】



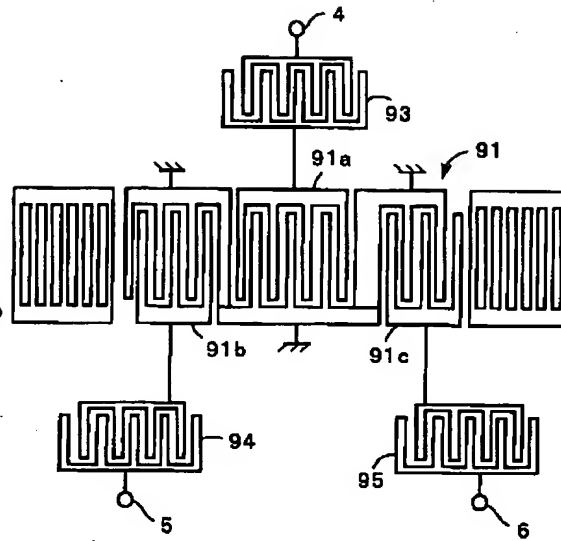
【図 24】



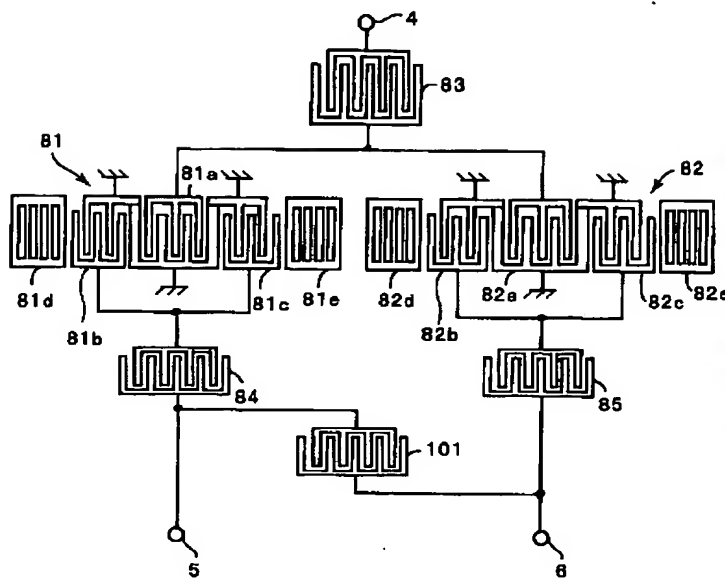
【図21】



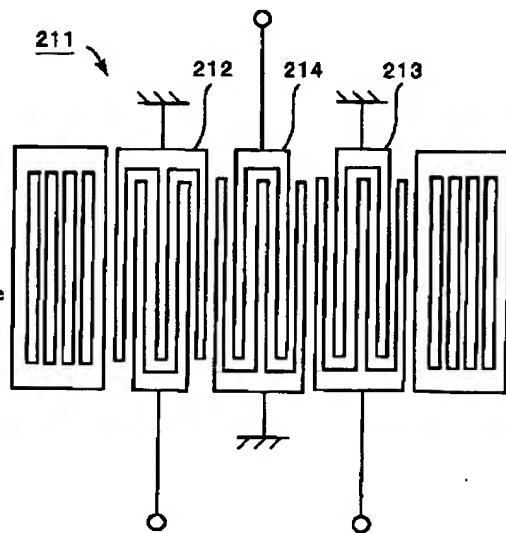
【図22】



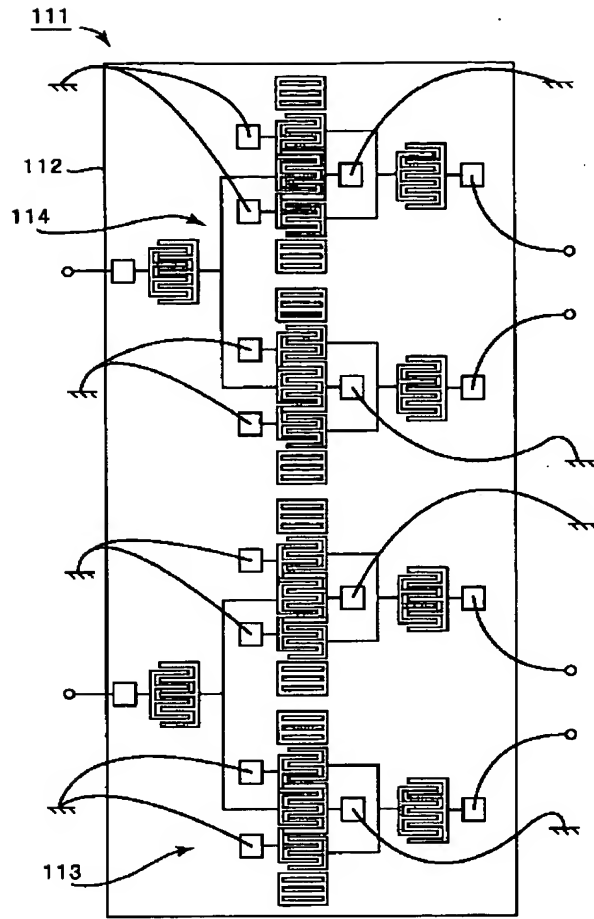
【図23】



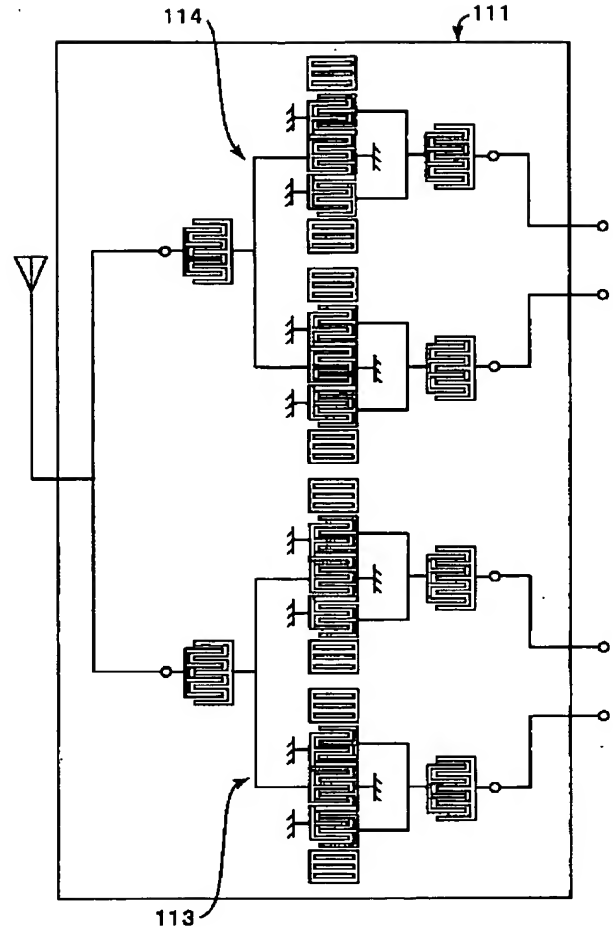
【図29】



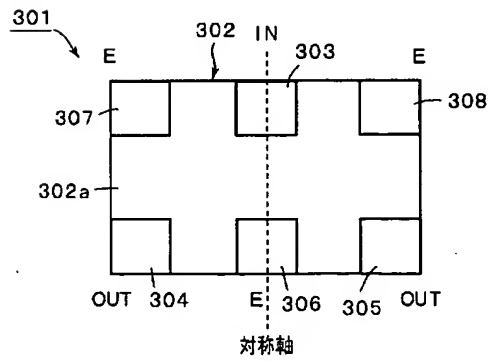
【図 25】



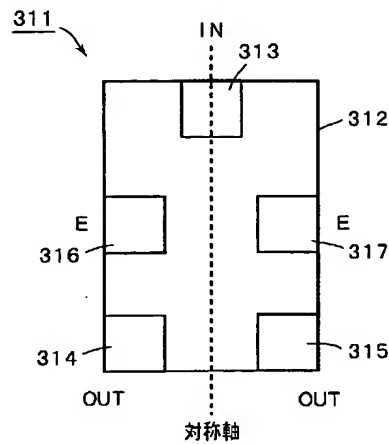
【図 26】



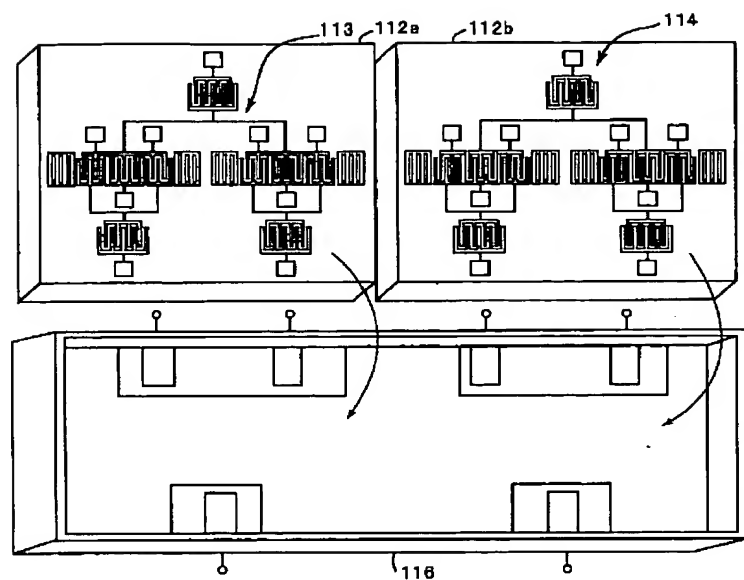
【図 30】



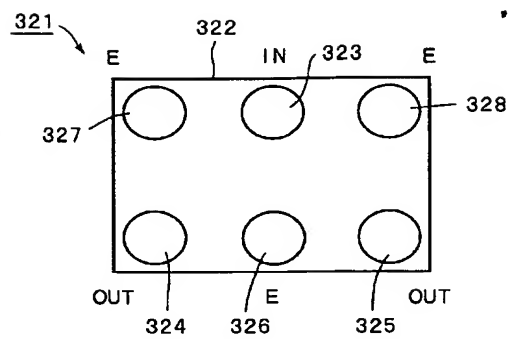
【図 31】



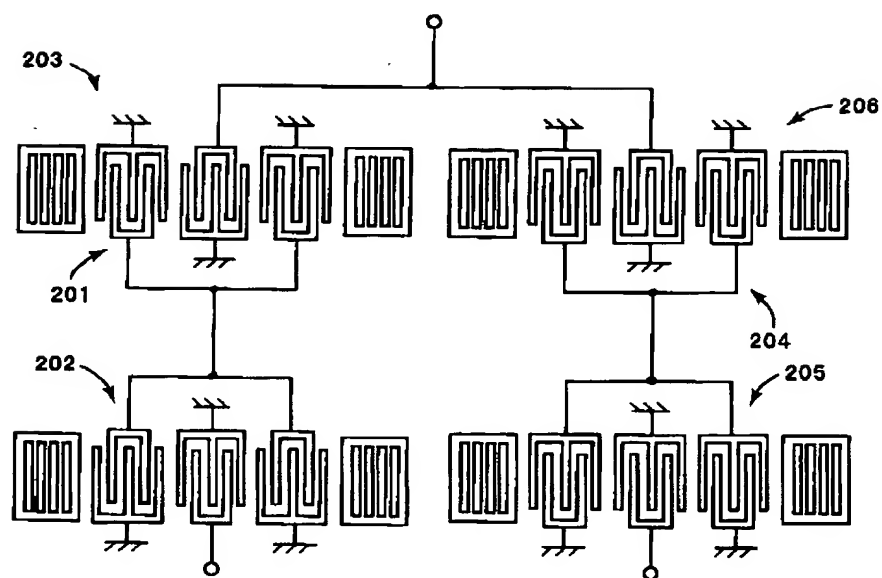
【図 27】



【図 32】



【図 28】



【図 33】

